Zeitschrift: Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen = Bulletin suisse de minéralogie et pétrographie

Band: 12 (1932)

Heft: 2

Artikel: Versuch einer petrographischen Charakteristik des kristallinen Grundgebirges von Celebes

Autor: Kündig, E.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-13337

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Versuch einer petrographischen Charakteristik des kristallinen Grundgebirges von Celebes

Von *E. Kündig* in Zürich

INHALTSÜBERSICHT

Seite

Einleitung 451
Literatur, Vorarbeiten 452
A. Allgemeine Übersicht 454
I. Die Verbreitung kristalliner Schiefer 454
II. Die tektonischen Verhältnisse und ältere Gliederungsversuche . 455
III. Die Altersfrage. Die Phyllite 456
B. Die einzelnen Vorkommnisse 459
I. Süd-Celebes 459
1. Das Pangkadjene Massiv 459
a) Glaukophangesteine 463
b) Piemontit-Sericit-Quarzitschiefer 465
c) Chlorit-Epidot-Albitgneise 469
2. Das Tanette Massiv 470
3. Das Latimodjong-Kristallin 470
II. Central-Celebes 472
1. Das Kristallin vom Masupu-Oberlauf 472
2. Das Gebiet der Gneise 473
3. Das Fennema-Gebirge 474
a) Der äußerste Norden von Parigi bis Posso . . . 474
b) Das Gebiet westlich vom Possosee und Possofluß . 475
c) Das mittlere Fennema-Gebirge 475
d) Das südliche Fennema-Gebirge 476
4. Das Kruijt-Gebirge 477
a) Der Nord-Teil. Posso-Todjo-Gebiet 477
b) Der Süd-Teil 477
III. Süd-Ost-Celebes 478
1. Das Sinongko-Kristallin 478
2. Das Lewulu-Kristallin 479
3. Das Mekongga-Massiv 479
4. Das Kristallin von Rumbia 479
IV. Nord-Celebes 479
C. Die Faciestypen und ihre besonderen Merkmale 481
I. Die Gneise 482
II. Die Facies der sedimentogenen Derivate. 483
1. Die Alkalifeldspat-Gneise 485

Seite
2. Die Tonerdesilikat-Gesteine 485
a) Die Phyllite 485
b) Die Ottrelithschiefer 486
c) Die Glimmerschiefer 487
3. Die Magnesiumsilikatschiefer 488
4. Die Kalksilikatgesteine und Marmore 488
5. Quarzitische Gesteine 488
6. Die Glaukophan führenden Gesteine 490
a) Die basische Gruppe 495
b) Die saure Gruppe 495
7. Crossit-Gesteine 496
8. Die basischen Gesteine (Amphibolitgruppe) 496
a) Kata-Gesteine 497
b) Meso-Gesteine 497
c) Epi-Gesteine 498
D. Generelle Charakterisierung der metamorphen Gesteine 499
E. Verwandte Provinzen 501

EINLEITUNG

Es soll Aufgabe dieses Aufsatzes sein, alles, was bisher über die kristallinen Schiefer der Insel Celebes bekannt geworden ist, kritisch zu sichten und zusammenzufassen, die regionalen Hauptzüge festzuhalten und in Vergleich zu stellen mit den Eigentümlichkeiten analoger Gebiete.

Das in Celebes gesammelte Material ist reichlich und von verschiedenster Seite zusammengetragen worden; bedauerlich ist nur, dass es immer gleichsam nebenbei aufgelesen und nur in wenigen Ausnahmefällen von mit der Geologie des Landes vertrauten Autoren untersucht wurde. Was also bis heute vorliegt, sind im Wesentlichen sehr zerstreute und ungleichwertige Beschreibungen von Dünnschliffen und Handstücken. Über die tektonische Stellung und die engeren Verbandsverhältnisse dieser Gesteine existieren nur ganz nebensächliche Angaben; dafür ist umsomehr in unfruchtbaren, grossen Theorien getan worden.

Die stiefmütterliche Behandlung der kristallinen Schiefer wird hier, wie so oft auch andernorts, zu einer recht auffälligen Erscheinung.

Wenn der Verfasser es unternimmt, hier erstmals eine kleine Übersicht zu schaffen, so glaubt er seine Berechtigung darin zu finden, dass er selbst während dreier Jahre die geologische Vielseitigkeit dieser Insel gründlich hat studieren können und durch das enge Vertrautsein mit der Literatur, durch eigene Gesteins- und Schliffsamm-

lungen zu einem zwar nicht abgeschlossenen, aber deutlichen Bild vom Bau dieser Insel gekommen ist.

LITERATUR, VORARBEITEN

Das ältere Material ist erstmals von BÜCKING zusammengestellt worden (Sammlungen von WICHMANN, CARTHAUS, SARASIN, BÜCKING). Die grosse Verbreitung kristalliner Gesteine in Zentral-Celebes ist dann durch ABENDANON in Karten und weitläufigen Beschreibungen festgehalten worden; GISOLF hat die mitgebrachten Gesteinssammlungen mikroskopisch untersucht und beschrieben. Später haben t'HOEN und ZIEGLER (Gesteinsbeschreibung durch VON STEIGER), DIECKMANN und JULIUS (Gesteinsbeschreibung durch GISOLF), ELBERT (Gesteinsbeschreibung und Analysen durch WUNDERLIN) und KOPERBERG wichtige Beiträge geliefert. In neuester Zeit (1929) hat BROUWER Celebes durchkreuzt, seine Beobachtungen stehen aber noch nicht zur Verfügung, dürften aber wohl manche wichtige Aufklärungen schaffen.

RUTTEN (Lit. 21) hat die Ergebnisse aller bisherigen Forschungen, soweit sie die Geologie betreffen, übersichtlich und kritisch zusammengefasst, vor allem auch auf die zahlreichen Unzulänglichkeiten und Unzulässigkeiten der meisten Arbeiten hingewiesen. Hier findet sich auch die wichtigste Literatur zusammengestellt.

Auf die spezielle Literatur, soweit sie für diese Betrachtungen in Frage kommt, macht das nachfolgende Verzeichnis aufmerksam.

LITERATUR

a) Celebes

1. ABENDANON, E. C., Geologische en Geographische Doorkruisingen van Midden-Celebes. Bd. **III**: GISOLF, W., Petrographie van Midden-Celebes.
2. AHLBURG, J., Versuch einer geologischen Darstellung der Insel Celebes. Jena 1913.
3. BÜCKING, H., Leuzit-Basalt aus der Gegend von Pangkadjene in Süd-Celebes. Nat. Ges. Freiburg i. Br., Bd. **XI**, Heft 2. 1899.
4. — Beiträge zur Geologie von Celebes. Sammlg. d. geol. Reichsmus. in Leiden, Ser. I, Bd. **VII**, Heft 1. 1902.
5. DIECKMANN, W., und JULIUS, M. W., Allgemeene Geologie en Ertsafzettingen van Zuidoost-Selebes. Jaarb. Mijnw. N. O. I., **1924**, Verh. 1.
6. GISOLF, W., Mikroskopisch Onderzoek van Gesteenten uit Zuidoost-Selebes. Jaarb. Mijnw, **1924**, Verhandelingen.
7. t'HOEN, C. W. A. P., und ZIEGLER, K. G. I., Verslag over de Resultaten van geologisch-mijnbouwkundige Verkenningen en Opsporingen in Zuid-West-Celebes. Jaarb. Mijnw. N. O. I., **1915**, Verhand. II.
8. KONING KNIJFF, J. DE, Geologische Gegevens omtrent gedeelten der afd. Loewoe, Pare-Pare en Boni van het Gvt. Celebes. Jaarb. Mijnw. N. O. I., **1912**, Verhand.

9. Koperberg, M., Bouwsteenen voor de Geologie van de Residentie Menado (1899/1904). Jaarb. Mijnw. N. O. I., **1928**, Verhand. I u. II.
10. Koolhoven, W. C. B., Verslag over eene verkenningstocht in den Oostarm van Celebes en den Banggai-archipel. Jaarb. Mijnw. N. O. I., **1929**, Verhand.
11. Reyzer, J., Geologische aanteekeningen betreffende de zuidelijke Toradjalanden. Jaarb. Mijnw. N. O. I., **1918**, Verhand. I.
12. Schmidt, C., Untersuchung einiger Gesteinssuiten, gesammelt in Celebes von P. und F. Sarasin. In: Materialien zur Naturgeschichte der Insel Celebes von P. und F. Sarasin. Wiesbaden 1901.
13. Smith, W. D., The Philippine Islands. In: Handbuch der Reg. Geol., Bd. **VI**, 5. 1910.
14. Steiger, H. von, Petrografische beschrijving van eenige Gesteenten uit de Onderafd. Pangkadjene en het landschap Tanette etc. Jaarb. Mijnw. N. O. I., **1913**, Verhand.
15. Verbeek, R. D. M., Molukkenverslag. Jaarb. Mijnw. N. O. I., **1908**, Wetensch. Gedeelte.
16. Wanner, J., Die Geologie von Celebes, speziell vom ökonomischen Gesichtspunkte. Koloniale Vacantiecursus, Amsterdam, 1923.
17. Waterschoot van der Gracht, W. van, Voorlopige Mededeeling omtrent de geologie van Centraal Celebes. Kon. Ned. Aaardr. Gen. (2), **XXXII**, 1915.
18. Wichmann, A., Glaukophan - Epidot - Chloritschiefer von Celebes. Neues Jahrb. für Min. etc., 1893, II.
19. — Leucitgesteine von der Insel Celebes. Nat. Tijdschr. Ned. Indië, **53**, 1893.
20. Wunderlin, W., Beiträge zur Kenntnis der Gesteine von Südost-Celebes. Sammlg. Leiden, **IX**, 1913.
21. Rutten, L. M. R., Voordrachten over de Geologie van Nederlandsch Oost-Indië. Groningen, 1927.

b) Petrographische Vergleichsliteratur

22. Eskola, P., The mineral facies of rocks. Norsk Geol. Tidskr. **1921**.
23. Grubenmann, U., und Woyno, T., Über einige schweizerische Glaukophangesteine. Rosenbusch-Festschrift, p. 1 ff., 1906.
24. Grubenmann-Niggli, Die Gesteinsmetamorphose, I, 1924.
25. Hezner, L., Über manganreiche kristalline Schiefer Indiens. Neues Jahrb. für Min. etc. **1919**, p. 7—28.
26. Koto, B., Some occurrences of Piedmontite in Japan. Journ. Coll. Sci. Imp. Univ. Tokyo, Vol. **I**, 1887, p. 303—312.
27. — On the occurrences of piedmontite schist of Japan. Q. J. G. S. 1887.
28. Milch, L., Über Glaukophan und Glaukophangesteine vom Elek-Dagh mit Beiträgen zur Kenntnis der chem. Beziehungen basischer Glaukophangesteine. Neues Jahrb. für Min. etc. Festband **1907**.
29. Ogawa, T., On the origin of piedmontite schist in Japan. Chikyu. The Globe, Vol. **III**, p. 503.
30. Suzuki, J., On the Piedmontite schists of Japan. Japan Journ. of Geol. and Geogr. **III**/3—4, 1924.

31. — On the glaucophane schists of Japan. Jour. Geol. Soc. Tokyo, Vol. **XXXI**, 1924.
32. — On the ottrelite phyllite from the Hitachi Mine. Jour. Geol. Soc. Tokyo, Vol. **XXXIV**.
33. — Petrological Study of the Crystalline Schist System of Shikoku, Japan. Jour. Fac. of Science, Hokkaido Imp. Univ., Ser. **IV**, Vol. I, No. 1, 1930.
34. WASHINGTON, H. S., A chemical study of the glaucophane schists. Americ. Jour. of Science, Vol. **XI**, 1901.

A. Allgemeine Übersicht

I. DIE VERBREITUNG KRISTALLINER SCHIEFER

(Vergleiche das Beilagekärtchen.)

Der Ostarm, die Osthälfte des Südostarmes und die Insel Buton sind Gebiete grosser alpiner Überschiebungen (basische Eruptiva, mesozoische und tertiäre Sedimente). Die Stirn liegt im Süden resp. im Süd-Osten. Der östliche Teil der Nordhalbinsel, der Westen von Zentral-Celebes, dann der grösste Teil der Südhalbinsel wird vorwiegend aufgebaut aus tertiären Sedimenten und jungen Intrusiva und Effusiva; es sind dies zugleich Gebiete sehr starker Bruchstörungen und stellen im weiteren Sinne das Vorland zum Überschiebungsbogen dar. Das sind die Hauptzüge.

Zwischen diesen beiden deutlich getrennten Regionen liegt nun das kristalline Grundgebirge, welches das älteste Gerüst dieser heterogen zusammengesetzten Insel bildet.

Auf der Insel Muna an erster Stelle aufgeschlossen, zieht ein über 50 km breiter Zug kristalliner Gesteine in NW—NNW-Richtung, die Westküste der SE-Halbinsel bildend. Dieses Gebirge, durch den Bone-Golf streckenweise der Beobachtung entzogen, baut dann, an Breite gewinnend, Zentral-Celebes auf, stets die genannte generelle Streichrichtung beibehaltend, um im Verbindungsstück zwischen Nordarm und Zentral-Celebes das orographische Ende zu erreichen.

Ob nun das Kristallin, das in der Wurzel des Nordarms (Landschaft M a u t o n) auftritt, und das, wie zu zeigen sein wird, durchaus andere Beschaffenheit hat, als Fortsetzung des grossen Hauptzuges zu denken ist, bleibt durchaus fraglich; jedenfalls steht es im Nordarm isoliert da.

Endlich tritt im Südarm, dem Hauptmassiv um über 150 km vorgeschoben, völlig isoliert, umgeben von jungen Sedimenten und Eruptiva, eine Anzahl kleinerer Massive auf, deren Gesteinsbestand sich mit demjenigen der Hauptmassive durchaus deckt.

Schliesslich bleibt noch zu erwähnen, dass — völlig getrennt von dieser Grosseinheit — am Südrand des Überschiebungsbogens im

Banggai-Archipel Kristallin in Verband mit Granit bekannt geworden ist; dieses Banggai-Kristallin und in Verband mit den Überschiebungen entstandene metamorphe Facien bestimmter basischer Eruptiva in Ost-Celebes sollen an anderer Stelle besprochen werden. Ebenfalls fallen ausser den Rahmen dieser Betrachtung die zahlreich vertretenen kontaktmetamorphen Gesteine, sowie eine Serie von hemimetamorphen mesozoischen Sedimenten, wie sie im Überschiebungsgebiet von Süd-Ost-Celebes als sogenannte Kendarifacies vorkommen.

II. DIE TEKTONISCHEN VERHÄLTNISSE UND ÄLTERE GLIEDERUNGSVERSUCHE

Die metamorphen Gesteine sind überall stark verfaltet und gleich allen übrigen Einheiten von jungen Bruchbewegungen in hohem Masse betroffen worden (die Possosenke z. B.). Über die Art des Faltenbaues wissen wir nichts. Eine Gliederung dieser ältesten Gesteinsgruppe fehlt oder jedenfalls stehen die Versuche, wie sie z. B. ABENDANON gegeben hat, auf sehr schwachen Füssen. Wir werden also auch bei unsern Betrachtungen nur die Gesamtverhältnisse berücksichtigen können, was, wie sich zeigen wird, als zulässig zu betrachten ist.

ABENDANON kam mehr auf Grund allgemeiner Überlegungen als spezieller Beobachtungen zu einer Gliederung in ost-westlicher Richtung. Die östlichsten kristallinen Gesteine von Zentral-Celebes wären als Hangendes das jüngste, nach Westen würden sukzessive ältere Bildungen folgen. Es resultiert folgende Aufteilung:

Osten	Phyllitische Gesteine
	Quarzitische Gesteine
	Glimmerschiefer
Westen	Gneise.

Allein ein Studium der Karte zeigt, dass dies nur in den gröbsten Zügen richtig ist (mit Ausnahme der ausschliesslich westlich gelegenen Gneiszone), dass die Beobachtungen doch zu spärlich sind und die vorgeschobenen Massive von Süd-Celebes keinen Platz in diesem System haben. Wer mit den scheinbar einfachen und grosszügigen Erklärungsversuchen ABENDANONS zu Feldbeobachtungen übergeht, muss an den ausserordentlich komplizierten tektonischen Verhältnissen Theorie um Theorie scheitern sehen.

Im Gegensatz zu dieser eben angeführten Ost-West-Aufteilung vermutet dieser Forscher (WANNER und RUTTEN haben auf diesen Widerspruch bereits aufmerksam gemacht) im Celebes-Kristallin den

Rest eines West-Ost streichenden alten Gebirgsrumpfes (Äquinoctia) und das auf Grund von neun (!) ganzen Schichtmessungen, von denen drei ausgesprochen nördlich gerichtet sind. Allein die Beobachtungen WICHMANNS, KOPERBERGS und der Verlauf von ABENDANONS stratigraphischen Grenzen sprechen für die eingangs erwähnte generelle Streichrichtung.

III. DIE ALTERSFRAGE. DIE PHYLLITE

Es ist wiederum ABENDANON, der die Altersfrage weitgehend diskutierte und auf Grund von Analogieschlüssen und Hypothesengebäuden auf praecambrisches Alter der kristallinen Schiefer kommt. Da ähnliche Gesteinsserien, vor allem aber Phyllite, auch in Sumatra, Borneo, Ceram, den Philippinen und andern Orten vorkommen, ist die Altersdiskussion — immer unter der Voraussetzung, dass es sich um gleichaltrige Serien handle — eine recht allgemeine und weitschichtige.

Hier eine kleine Musterkarte:

AHLBURG (N-Celebes) nennt sie Tinomboformation und stellt sie ins Archaikum bis Paläozoikum,

VERBEEK rechnet sie als alte Schieferformation (Sumatra) am ehesten zum Paläozoikum (Silur, Devon),

MOLENGRAAFF und WING EASTON (Borneo) vermuten in ihr ebenfalls Paläozoikum,

MARTIN (Ceram) rät auf Archaikum,

VOLZ (Sumatra, maleiische Schiefer) ist für Praecambrium,

TOBLER (Sumatra) hält die Gesteine zum Teil möglicherweise für Mesozoikum,

SMITH (Philippinen) erklärt sich entschieden für tertiäres Alter.

Diese Altersbestimmungen beziehen sich, wie erwähnt, fast ausschliesslich auf die Phyllitformation, und es muss deshalb, bevor die Diskussion über das Alter der metamorphen Gesteinsserien in Celebes aufgenommen werden kann, erst die Frage gelöst werden, ob es sich hier um eine stratigraphisch einheitliche Auffolge handle.

Und da gibt es nun zahlreiche eindeutige Hinweise, dass die Phyllite, oder mindestens ein Teil derselben, jünger sind und diskordant auf einem metamorphen Grundgebirge aufruhen.

Die dem Deckgebirge zuzurechnende Phyllitserie ist am einlässlichsten durch AHLBURG (Lit. 2) als sogenannte Tinomboformation beschrieben worden. Der Grad ihrer Metamorphose ist im allgemeinen ein geringer, es sind alle Übergänge zu normalen Tonschiefern vorhanden. Als häufige Erscheinung sind metamorphe

Schichtpakete zwischen nicht metamorphe stratigraphisch normal eingeschaltet, was vermutlich auf die selektive Auswirkung der Metamorphose zurückzuführen ist. Man bezeichnet deshalb den gesamten Gesteinskomplex nicht zu Unrecht als hemimetamorph.

Generell setzt sich die ganze Gesteinsserie, die sehr grosse Mächtigkeit erlangen kann, aus folgenden Hauptkomponenten zusammen (ungefähre Folge von oben nach unten):

Grauwacken,
Mergelkalke,
Arkosesandsteine,
Schwarze Tonschiefer, Phyllite,
Kieselschiefer, Quarzit, Quarzschnüre,
Basalkonglomerate mit Kristallingeröllen.
Normal eingelagert findet man: Diabastuffe, Diabasdecken, Schalsteine.

Diese Sedimente sind durchsetzt von jüngeren, kleinen Eruptivstöcken (Granite, Syenitporphyr, Diorit, Gabbro, Hornblendeporphyrit und Ganggefolgschaften), die prächtige Kontaktaureolen (Fruchtschiefer, Andalusithornfelse etc.) hervorgerufen haben.

AHLBURG, der aus Gefühl diese Eruptivstöcke für paläozoisch hielt, war damit gezwungen, auch der ganzen Phyllitserie mindestens paläozoisches Alter zu geben.

Besondere Beachtung verdienen noch die Basalkonglomerate. AHLBURG selbst waren sie nicht bekannt, hingegen hat sie BÜCKING aus dem Pangkadjenegebiet beschrieben, und Verfasser selbst beobachtete sie am Towak, einem linken untern Seitenfluss des Lariang. Die ausserordentlich harten Konglomerate, in denen Zement und Gerölle innig miteinander verwachsen sind (Einfluss der Metamorphose), zeigen bis faustgrosse, gut gerundete Gerölle, die aus quarzitischen, sehr feinkörnigen, kohlenstoffreichen Phylliten bestehen, eingebettet in ein Arkosemedium von grossen, eckigen Quarz- und Feldspatkörnern.

Ähnliche Gesteinsserien — eine Flyschfacies — beschreibt REYZER (Lit. 11) aus West-Celebes. Sein Bobokan-Komplex umfasst eine tektonisch durchmischte Serie von Kreide (Maroroformation) und Phylliten. Was für uns Bedeutung hat, ist der Fund eines Ammonitenabdruckes in schwarzen Tonschiefern; damit dürfte unsere Phyllitserie zum Teil wenigstens sicher mesozoisch sein.

Die Tinomboformation stellt — zahlreiche andere Beobachtungen weisen darauf hin — Trias und untern Jura (Lias) vor; ob Paläozoikum mitbeteiligt ist, lässt sich nicht entscheiden.

Dieser Gesteinsserie, die auch nach ABENDANON mesozoisch ist, stehen gegenüber die „ouden leien", d. h. die Phyllite, die dem Grundgebirge angehören und, wie erwähnt, auch am Aufbau der Basalkonglomerate beteiligt sind.

ABENDANON führt nun noch eine dritte, leider nicht sehr scharf definierte Gruppe von schwarzen Tonschiefern an, die cretacisch sein sollen. Ihr Hauptverbreitungsgebiet liegt in West-Celebes, sie kommen aber auch als Hülle des Puwang-Granites vor. Die in diesen Regionen beobachteten Kontakthöfe um kleine Granit- und Syenitstöcke führten ABENDANON dann weiter dazu, für diese Eruptiva jungmesozoisches bis tertiäres Alter zu fordern. Allein meine eigenen Beobachtungen im fraglichen Gebiet von West-Celebes zeigten deutlich die Identität dieser angeblichen Kreide-Phyllite mit der triadischen Tinomboformation AHLBURGS. Eine intensive Bruch- und Schuppentektonik hat sie allerdings stark mit Kreidegesteinen vermischt. Damit wird, von diesem Gesichtspunkt aus, die Annahme jugendlichen Alters für die genannten Eruptiva hinfällig.

Ist nun also für die Tinomboformation (jüngere Phyllitserie), die weiter nicht mehr verfolgt werden soll, triadisches Alter wahrscheinlich gemacht, so muss dementsprechend das Grundgebirge noch älter sein.

Ein positiver Hinweis auf das Vorhandensein alt- bis mittelpaläozoischer Sedimente fehlt in ganz Indonesien, es liegt also eine gewisse Wahrscheinlichkeit vor für eine Festlandperiode in dieser Zeit (Äquinoctia ABENDANONS). Sollen nun in diesem Falle die kristallinen Schiefer Archaikum vorstellen? Die Frage bleibt ungelöst, ein Hinweis sei aber hier noch gegeben. Wie im Folgenden zu zeigen sein wird, besitzen die kristallinen Gesteine von Celebes eine frappante Ähnlichkeit mit der Besshi-Serie (Sambagawansystem) auf Shikoku in Japan. Nun liegt in Japan über diesem metamorphen Grundgebirge das Chichibu-System, d. h. transgressiv aufliegende, normale Sedimente von sicher carbonischem bis permischem Alter. Darf nun etwas ähnliches auch für Celebes und die Philippinen angenommen werden?

Stellt man unter diesen Gesichtspunkten die Hauptphasen der Entwicklungsgeschichte von Celebes zusammen, so ergibt sich folgende Übersicht:

Praecarbon. Vorwiegend quarzitische und tonige Sedimente mit lokalisierten Intrusionsherden (Granite, Diorite, Gabbro); vereinzelte basische Lagergänge. Gebirgsbildung nach voran-

gegangener geothermischer Metamorphose. Im Paläozoikum vermutlich Festland und Abtrag.

Trias, ev. Lias. Sedimentierung einer mächtigen Flyschserie (Tinomboformation). Intrusion basischer Eruptiva, lokal in enormer Menge gehäuft. Das künftige Orogen von E-Celebes, SE-Celebes und Buton beginnt sich durch besondere Sedimentfacies bereits bemerkbar zu machen.

Jura, untere Kreide. Gebirgsbildung, Eindringen saurer Eruptiva (Granite, Syenite) im westlichen Teil von Celebes. Im Osten typische Geosynklinalsedimente (Lias bis mittlere Kreide).

Obere Kreide. Allgemeine Transgression entsprechend der alpinen Gosau. Kreide in Form von Couches rouges (Maroroformation). Eng anschliessendes Eocän.

Tertiär. Im Osten und Süd-Osten Deckenbildung. Westen und Norden bleiben Vorland mit gewaltigen Bruchstörungen und eruptiver Tätigkeit. Paroxismus im Miocän. Bruchsenken mit jüngern Sedimenten. Andauern starker Epirogenese bis in die Gegenwart hinein.

Diese kurzen einleitenden Orientierungen scheinen mir notwendig, um die besondere Stellung der kristallinen Schiefer zu kennzeichnen. Es sollen nun im Folgenden die einzelnen Massive besprochen werden. Die Phyllite aber, soweit sie sicher der Tinomboformation angehören, sowie das hemimetamorphe Kendarimesozoikum mögen ausser die nähere Betrachtung fallen. Wir schreiten in unserer regionalen Übersicht von West nach Ost; das Beilage-Kärtchen dient der näheren Orientierung. Wo immer möglich stützen wir uns nur auf die exakte Beschreibung von Dünnschliffen, was zum Beispiel bei der Diskrepanz der Angaben von ABENDANON und GISOLF dringend notwendig zu sein scheint. Blosse Feldbeobachtungen werden nur im Notfall herbeigezogen.

B. Die einzelnen Vorkommnisse

I. SÜD-CELEBES

1. Das Pangkadjene-Massiv

Die Gerölle des Pangkadjene-Flusses werden in der Hauptstadt von Celebes, dem 35 km südlicher gelegenen Makassar, als Schotter verwendet und diesem Umstand verdankt das Massiv seine Entdeckung.

WICHMANN (Lit. 8) hat als erster die Gerölle beobachtet; BÜCKING (Lit. 4) hat dann später das Anstehende im Hinterland von Pang-

kadjene aufgesucht und recht einlässlich beschrieben. T'HOEN und ZIEGLER (Lit. 7), die 1913—1914 die eocänen Kohlenlagerstätten von Süd-Celebes untersuchten, stellten die geologischen Verhältnisse erstmals auf der Karte dar. Leider sind sowohl Kartenmaterial als auch geologische Ergebnisse recht dürftig und viel zu allgemein gehalten. VON STEIGER (Lit. 14) hat das gesammelte Gesteinsmaterial petrographisch untersucht. Die Beobachtungen des Verfassers betreffen nur Schottermaterial aus Makassar, eine Reise ins Pangkadjene-Gebiet musste schlimmer Wetterverhältnisse wegen vorzeitig abgebrochen werden.

Das kleine Massiv, mit einer Länge von ca. 20 km und einer Breite von 15 km, liegt im Hinterland des grösseren Ortes Pangkadjene, am N-Fuss des den Petrographen wohlbekannten Pik von Maros. Über dem zu besprechenden Grundgebirgsstück liegen Basalkonglomerate, Tonschiefer, Phyllite, arkoseartige Sandsteine, Grauwacken und Quarzite, eine Gesteinsserie, die vermutlich der Tinomboformation (Trias) gleichzusetzen ist. Über ihre engere Stellung zur kristallinen Unterlage wie auch zum jüngeren Hangenden ist nichts Näheres bekannt.

Das jüngere Mesozoikum ist nur in Form von seltenen Geröllen festgestellt (Radiolarite, nach eigener Untersuchung mit *Cenosphära* und *Cystocapsa*); die Maroroformation ist in einigen wenigen Aufschlüssen der weitern Umgebung beobachtet worden.

Eocän (Mergel, Sandsteine, Kohle, Nummulitenkalke), dann Oligocän - Miocän (Lepidocyklinenkalke, Riffkalke) liegen transgressiv als mächtige, das Landschaftsbild bestimmende, von Karsterscheinungen angezehrte, tektonisch nur wenig gestörte Platte über dem Grundgebirge. Junge Effusiva (Andesite, Dacite, Trachite, Basalte und Leucitgesteine) durchbrechen an vielen Orten das ältere Gebäude, setzen ihm Kuppen auf (Pik von Maros) und durchschwärmen vor allem das Deckgebirge in Lagergängen und kleinen Decken.

Auf Grund der neuerschienenen topographischen Unterlagen, der präzisierten Fundortsangaben und der Karten von T'HOEN und ZIEGLER wurde das Beilagekärtchen gezeichnet (Pangkadjene-Gebiet 1 : 100 000).

Die wenigen Schichtmessungen, die existieren, deuten auf ein N-Streichen des Kristallins bei vorherrschendem steilem E-Fallen.

Aus diesem Massiv werden nun von den verschiedenen Autoren folgende Gesteinstypen beschrieben (B.: BÜCKING, St.: VON STEIGER, W.: WICHMANN, H.: T'HOEN und ZIEGLER, K.: VERFASSER).

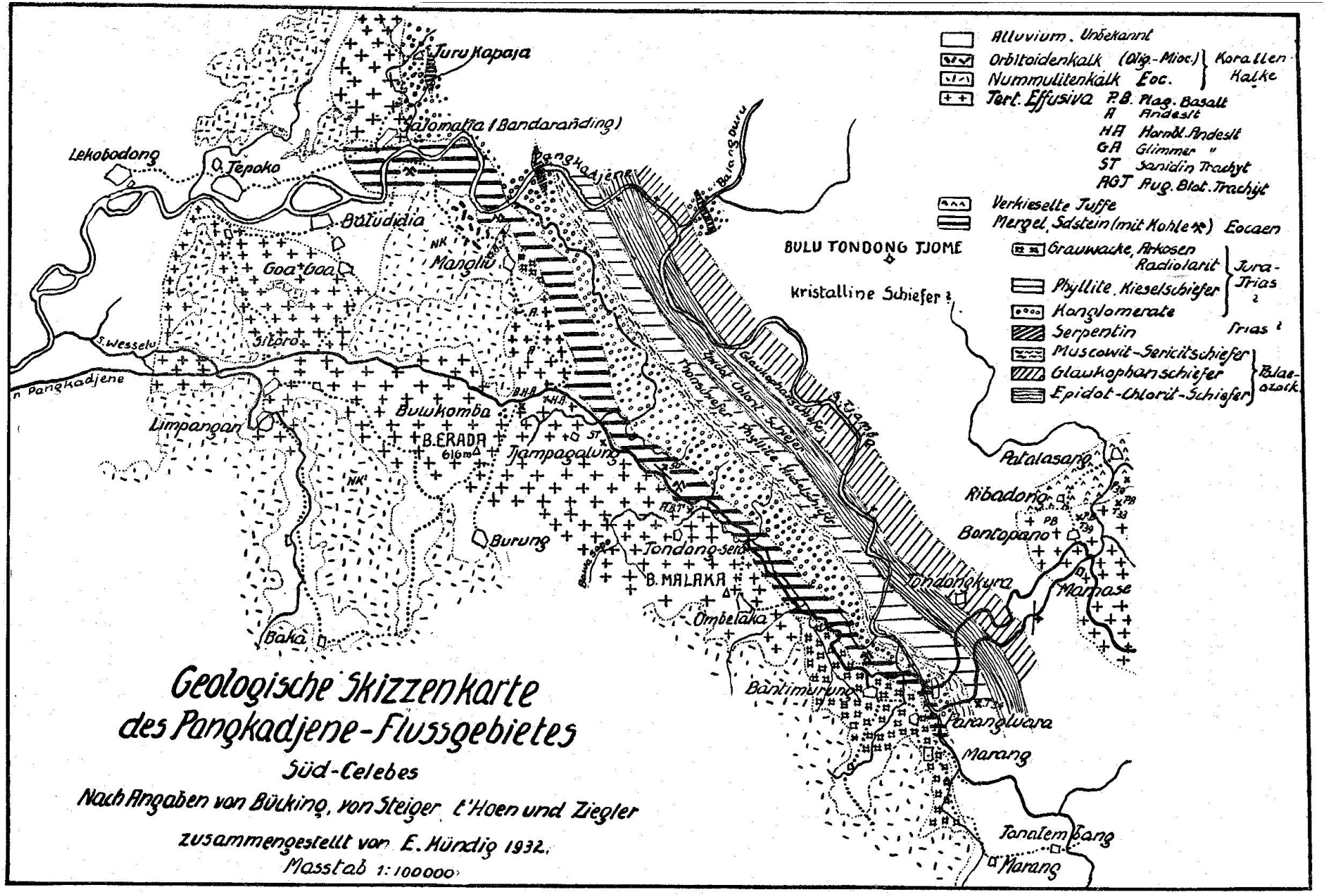

Geologische Skizzenkarte
des Pangkadjene-Flussgebietes
Süd-Celebes
Nach Angaben von Bücking, von Steiger, t'Hoen und Ziegler
zusammengestellt von E. Mündig 1932.
Masstab 1:100000
Alluvium. Unbekannt
Orbitoidenkalk (Olig.-Mioc.)
Nummulitenkalk Eoc.
Korallen-Kalke
Tert. Effusiva
P.B. Plag. Basalt
A Andesit
HA Hornbl. Andesit
GA Glimmer "
ST Sanidin Trachyt
AGT Aug. Biot. Trachyt
Verkieselte Tuffe
Mergel, Sdstein (mit Kohle)
Eocaen
Grauwacke, Arkosen
Radiolarit
Jura-Trias
Phyllite, Kieselschiefer
Konglomerate
Serpentin
Trias
Muscowit-Sericitschiefer
Glaukophanschiefer
Epidot-Chlorit-Schiefer
Paläozoik
Turu Kapaja
Salomatia (Bandarańding)
Lekobodong
O. Tepoko
Pangkadjene
Bulu Tondong Tjome
Kristalline Schiefer
Bulu Didia
Goa Goa
Manglu
Sibora
S. Wesselu
Bulukomba
B. ERADA
Tjampagalung
Limpangan
Burung
Tondong-sen
B. MALAKA
Ombelaka
Baka
Bantimurung
Tondongkura
Ribadorig
Bontopano
Marase
Parangluara
Marang
Tanatem Bang
Marang
S. Tjamba
Glaukophanschiefer
Epidot Chlorit Schiefer
Hornsteinfer. Phyllite Kieselschiefer

Fig. 1.

Sedimente und junge Eruptiva werden weiter nicht berücksichtigt.

Kieselige Tonschiefer (B.),
Tonschiefer, quarzitische Sandsteine (St.), } beide möglicherweise zur Tinomboformation gehörend
Phyllit-Glimmerschiefer (St.), Qz., Seric., Alb., Chlorit, Granat,
Glimmerschiefer (?) (B. 401), Musk., Hbl., Epid., Granat, Rutil, Turm.,
Glaukophan-Epidot-Glimmerschiefer (B. 400),
Glaukophanschiefer (B. 437, 691) mit Omphacit,
Glaukophanschiefer (St. 146, 155),
Glaukophanglimmerschiefer (W.),
Glaukophan-Muskowitschiefer (St. 155),
Glaukophan-Sericit-Quarzitschiefer (K. 29, 28),
Piemontit-Sericit-Quarzitschiefer (K. 1, 2, 3, 4, 5, 25, 27, 26),
Gneise (?) (W.),
Glimmer- und Turmalinquarzite (?) (W.),
Epidot-Chlorit-Albitgneis (K. 7),
Serpentin (Harzburgitserpentin, Breccien mit Chalcedon) (B., St.),
Hornblendeschiefer (B.),
Aktinolithschiefer (B.).

Die stratigraphisch genauere Auffolge kennen wir allein durch Bücking und sie wird nach dessen Angaben auf dem Kärtchen wiedergegeben. Vom Bawa Sapo beschreibt er folgendes Profil (unter Hinweis auf starke Bruchstörungen):

Nummulitenkalk,
Diskordanz,
Konglomerate mit Serpentineinlagerungen,
Diskordanz,
Muskowitschiefer mit Quarzeinlagerungen,
Tonschiefer und kieselschieferähnliche Gesteine,
Hornblendeschiefer,
Granat-Glaukophanschiefer,
Lücke, Diskordanz (?),
Konglomerat mit Serpentineinlagerungen am Balangbaru.

Nach der Beschreibung zu urteilen, dürften die Serpentine eine Sonderstellung einnehmen; sie liegen innerhalb der Konglomerate und sind damit vermutlich jünger als die kristalline Serie. Diese letztere nun bildet eine ausserordentlich wohl umschriebene und, wie sich zeigen wird, auf Celebes immer wieder auftretende iso-

physikalische Serie (oder Facies im Sinne ESKOLAS). Die drei hauptsächlichsten Typen seien hier auf Grund eigenen Materiales eingehender beschrieben.

a) Die Glaukophangesteine

WICHMANN (Lit. 8) hat sie als Erster beschrieben; nach BÜCKING (Lit. 4) wechsellagern sie mit Sericit-Quarzitschiefern und vermutlich auch Piemontit-Quarzitschiefern und dürften wohl sukzessive in Sericit-Quarzitschiefer übergehen. Piemontit und Glaukophan als Gesteinskomponenten scheinen sich aber gegenseitig auszuschließen; jedenfalls ist auch aus Japan (KOTO, Lit. 26) nur in einem einzigen und zudem nicht sehr typischen Fall das Zusammenvorkommen dieser beiden Mineralien angedeutet.

Die Gesteine sind durchwegs gut kristallisationsschieferig und zeigen oft eine unregelmässige Augen- bis Lagentextur, wobei die Augen, resp. Lagen fast ausschliesslich aus gröberem Quarzmosaik bestehen. Glaukophan liegt oft ziemlich wirr, aber doch stets an deutliche, dünne Zonen gebunden.

Von blossem Auge sind Quarz, Sericit und die bis 7 mm langen, deutlich blauen Glaukophansäulen leicht zu erkennen. Auch der bis stecknadelkopfgrosse Granat ist gut sichtbar.

Der Mineralbestand ist recht reichhaltig (vgl. auch Mikrophotographie Nr. 1).

Quarz. Überwiegt in den meisten Proben alle übrigen Gemengteile an Menge. Er ist relativ feinkörnig, in Lagen und Augen besonders angereichert und dann grobkörniger. Besitzt ausgeprägte Pflasterstruktur und löscht meist undulös aus. Die Quarzaugen werden von Sericithüllen umschmiegt.

Glaukophan. In stark wechselnder Menge. VON STEIGER beschreibt Gesteine, die fast ausschliesslich aus Glaukophan bestehen; im allgemeinen tritt er aber an Menge hinter den Quarz zurück. Er bildet grosse Prismen mit bezeichnenden spitzrhomboidalen Basisschnitten mit deutlicher Hornblendespaltbarkeit. Terminalflächen fehlen, die Prismenzone ist gut entwickelt. Parallel verlaufende Querrisse sind stets zu beobachten und ähnlich wie beim Piemontit und Epidot auf Druckbeanspruchung zurückzuführen.

Pleochroismus deutlich: a gelblichgrau, b violett, c himmelblau. Absorption $c > b > a$.

Die Farben sind etwas fleckig, einzelne Individuen zeigen senkrecht zur Hauptzone eine schmale farblose Randzone. Auslöschungsschiefe 6°. Unregelmässige Auslöschung ist in stark zerdrückten Individuen festzustellen. Einschlüsse sind relativ selten (Quarz, Epidot, Sericit). Helle Kernpartien in vereinzelten Basisschnitten deuten auf eisenreichere randliche Anwachszonen. Eine beginnende randliche Chlo-

ritisierung ist nur spurenweise angedeutet, häufiger ist eine Bildung von Eisenhydroxydschleiern auf Scherflächen.

Sericit. In Form feiner Schuppen, die Striemen und Bänder bildend die Schieferung besonders hervorheben. An Menge wechselnd.

Granat. Gleichmässig verteilt, nur in den Quarzaugen fehlend, mit Durchmessern bis zu 3 mm, ist er häufig idioblastisch, bildet aber auch wenig dichte Haufwerke xenoblastischer Körner. Grössere Individuen zeigen spärliche Einschlüsse von Rutil, Epidot, Sericit, auf Rissen Eisenhydroxydschleier.

Epidot. Reichlich bis fehlend. Zum Teil recht grosse Idioblasten mit grünlicher Farbe und deutlichem Pleochroismus und spitzrhomboidalen Querschnitten. Zahlreicher sind aber gestreckte, kleine, xenoblastische Körner. Querrisse wie bei Glaukophan. Kleine Körner mit an den Interferenzfarben erkennbarem Zoisitkern. Zoisit tritt selbständig nur sehr vereinzelt und in kleinsten Grössen auf. In den Schliffen von von Steiger scheint Epidot zu fehlen.

Turmalin. Ziemlich regelmässig auftretender Übergemengteil; immer nur in kleinen, vereinzelten, gedrungenen Prismen. Farbe dunkelolivbraun, Absorptionsunterschiede nicht sehr deutlich, Zonenbildung fehlt, als Einschlüsse wurden kleine Granaten beobachtet. Er wird sowohl von Wichmann als Bücking als von Steiger erwähnt und auch aus den japanischen Gesteinen beschrieben.

Titanit. Vereinzelte, kleine, trübe Körner.

Rutil. Nach Bücking tritt er auf in Form idioblastischer Prismen in kleinen Aggregaten.

Erz (Hämatit). Ist auffälligerweise — im Gegensatz zu den Piemontitschiefern — selten.

Omphacit. Wird nur von Bücking beschrieben. Angedeutet wird eine mögliche Parallelverwachsung mit Glaukophan. Auch aus schweizerischen Glaukophaniten (Lüscherz) werden durch Grubenmann (Lit. 23) Omphacite angeführt.

Feldspat (Albit). Als seltener Nebengemengteil wird er nur von von Steiger aus einem einzigen Untersuchungsobjekt erwähnt.

Glaukophan, Sericit und Epidot, in geringerem Masse auch Granat und Turmalin sind zu dünnen Strängen angeordnet, die die Schieferung des Gesteines bestimmen. Das granoblastische Quarz-Grundgewebe zeigt keine deutliche Gefügeregelung.

Diese Glaukophanschiefer mit dem hohen Quarzgehalt weisen, wenn auch Analysen fehlen, auf die Gruppe kieselsäurereicher Glaukophangesteine sedimentären (Kieselschiefer) Ursprunges hin, wie sie auch aus Kalifornien, Oregon, Griechenland durch Washington (Lit. 34), aus Japan (Chihara) durch Suzuki (Lit. 33) beschrieben worden sind. Einen Hinweis auf das Edukt geben auch die Analysen von Glaukophan führenden Graphitglimmerschiefern aus SE-Celebes, wie sie in einem folgenden Abschnitt noch diskutiert werden sollen. Die Beobachtungen zeigen aber, dass solche kieselsäurereichen

Glaukophangesteine häufig in engerem Verband mit basischen Glaukophaniten auftreten. So ist mit der Möglichkeit zu rechnen, dass solche auch in Süd-Celebes vorkommen, wenn nicht schon einige der von VON STEIGER beschriebenen Typen solche darstellen.

b) Piemontit-Sericit-Quarzitschiefer

Piemontit führende, metamorphe Gesteine sind nicht allzu weit verbreitet; näher und zum ersten Mal beschrieben wurden sie aus Japan durch KOTO (Lit. 26, 27) und SUZUKI (Lit. 30), ferner aus Karien (SW-Kleinasien). Von Celebes wurden sie bekannt durch GISOLF, der solche Gesteine aus der ABENDANON-Sammlung (S. Kaia am Possosee) und aus anderen Sammlungen (Wotu-Gebiet und Matano-Gebiet) auf Grund von Dünnschliffen schildert. Für das Pangkadjene-Gebiet wurden sie erstmals durch den Verfasser nachgewiesen. Es scheint aber, dass schon frühere Beobachter auf das rote, die Gesteinsfarbe bedingende Mineral aufmerksam geworden sind, und es fälschlicherweise für Turmalin gehalten haben, wie auch NAUMANN die japanischen Piemontitschiefer ursprünglich für Turmalinschiefer hielt.

Im Folgenden nun sollen an Hand eines reicheren Schliffmateriales diese Gesteine eingehender beschrieben werden (vgl. Figur 2, 3 und 4 der Tafel).

Es handelt sich um feinschiefrige und sehr feinkörnige, weissgelbe Quarzite, die durch Sericit, der von blossem Auge kaum zu isolieren ist, einen leichten Seidenglanz erhalten. Schmale Streifen des Gesteins sind leicht wolkig-weinrot gefärbt, und nur unter der Lupe lässt sich diese diffuse Rotfärbung als von einzelnen Kristallindividuen herrührend erkennen. Zahlreiche kleine, schwarze Punkte bestimmt man von blossem Auge schon als Erz. Andere Gesteinstypen können derart feinkörnig und die Rotfärbung kann derart diffus sein, dass sie leicht mit den zusammen vorkommenden grauroten Radiolariten zu verwechseln sind.

Über die Art und Weise des engeren Vorkommens ist auf ganz Celebes nichts Näheres bekannt geworden. Im Pangkadjene-Gebiet dürften sie — ähnlich wie in Japan — in engstem Verband stehen mit Sericit-Quarziten, Graphit-Sericit-Quarziten und Glaukophan-Quarzitschiefern.

Mineralbestand: In allen Schliffen vertreten sind: Quarz, Sericit, Piemontit und Erz (Hämatit); akzessorisch treten auf: Granat, Pennin, Karpholit (?), Zoisit.

Quarz. Ist weit vorherrschender Hauptgemengteil (70—90 %). Er bildet das zumeist stark verzahnte Grundgemenge in typischer Pflasterstruktur. Grobkörnigere Partien formen stark geschwänzte kleine Augen. Zwischen solchen Augen liegt ein sehr feinkörniger Quarzmörtel, der nun seinerseits alle übrigen Gemengteile umschliesst.

Häufig sind die Quarzkörner etwas gestreckt und bei undulöser Auslöschung ist eine Gefügeregelung leicht angedeutet. Perlschnurartig gereihte, nicht allzu häufige und gleichmässig verteilte Einschlüsse stehen mit der Schieferungsebene sehr oft unter einem konstanten Winkel (ca. 70°).

Sericit-Muskowit fehlt nur in einem einzigen Schliff. Meist liegt sehr feinschuppiger Sericit vor, der bestenfalls 1,5 mm Länge erreicht. Immer tritt er in Form von Schnüren und Bändern auf, zusammen mit den dunklen Gemengteilen. Sehr oft ist er randlich mit Erzkörnern bestäubt oder durch Lösungen nachträglich braun gefärbt worden. An Menge kommt er ungefähr dem Piemontit gleich oder tritt hinter diesen zurück.

Piemontit. Dieses Mineral mit seinem typischen Pleochroismus und seiner ausgezeichneten Farbe lieferte trotz seiner relativen Kleinheit ordentliche Beobachtungsdaten.

Pleochroismus: b lichtviolett, a braun-orange, c tief-karmin.

Absorption: $\alpha > \gamma > \beta$ oder $c > a > b$.

Die Auslöschungsschiefe ist infolge der intensiven Eigenfarbe des Minerals schwer feststellbar; es wurde aber in einem Einzelfall gemessen: $c/n_\alpha < 5°$.

Spaltbarkeit: In der Prismenzone deutlich, aber nicht sehr ausgeprägt. Querrisse (kataklastisch) sehr häufig.

Die Formentwicklung ist vor allem in der Prismenzone sehr gut, seltener sind Terminalflächen. Beobachtet wurden: (100), (001), (011) und (111).

Zwillingslamellen sind selten. Solche nach (100) konnten dank dem etwas abweichenden Pleochroismus der verwachsenen Individuen nachgewiesen werden.

Die typisch säulen- bis leistenförmigen Fragmente — um solche handelt es sich zumeist — zeigen nur in Ausnahmefällen Längen von 0,5—0,7 mm und sind in ihrer Längserstreckung auf die Schieferungsebene einbezogen.

An einzelnen Individuen ist ein tiefroter, vermutlich manganreicherer Kern, der, in der Prismenzone wenigstens, scharf gegen eine blassrote Randzone abgegrenzt ist, zu beobachten. Die Auslöschung ist für Kern wie Randzone die gleiche. Auch ein umgekehrtes Farbverhältnis wurde festgestellt. Häufiger sind punktförmig rote Kerne, die durchaus nicht zentral zu liegen brauchen und die langsam gegen den Rand hin ausblassen. Es dürften also auch hier, wie bei einem Glied der Epidotreihe nicht anders zu erwarten, Mischkristallreihen zum Fe-reichen Epidot bestehen. Farblose Kernpartien zeigen allerdings nicht die typischen Epidot-Interferenzfarben.

In randlichen Gesteinspartien scheint als Folge der Verwitterung eine Entfärbung einzutreten.

Sehr bezeichnend sind auch Kristallskelette; die ursprüngliche Form des Minerals wird scharf umrissen durch dichten Erzstaub, in dem dann nur noch Fragmente von Piemontit erhalten sind. Vermutlich handelt es sich dabei um eine chemische Zerstörung des Piemontites, wobei sich Erz gebildet hat, wie denn überhaupt ein engerer Zusammenhang zwischen Erz und Piemontit zu bestehen scheint (vgl. Fig. 3).

Einschlüsse fehlen vollständig.

Vergleicht man diese Angaben mit denjenigen Kotos (Lit. 26), so dürfte die völlige Übereinstimmung sofort auffallen; einzig wurde im Gegensatz zu Koto Epidotkern mit Piemontitrand beobachtet.

Erz (Hämatit) ist stets reichlich vertreten in Form meist xenoblastischer, oft recht grosser Körner, häufiger aber in Staubform. Im auffallenden Licht hat es blaugrauen Stahlglanz bei etwas blätteriger Ausbildung. Grosse Xenoblasten treten auf in Form von Aggregaten, kleinere Körner enge gebunden an Piemontit, Sericit und Granat.

Granat. Idioblastisch, nur sporadisch, rötlich bis grünlich, kleiner als 0,8 mm. Randlich bei gekreuzten Nicols etwas aufhellend. Selten Zonarstruktur. In grösseren Individuen dicht gescharte, zentralgelagerte Einschlüsse von feinen Quarz-, Erz- und Piemontitkörnern. Besonders schön zu sehen in Fig. 4 und auch von Koto aus Japan beschrieben. Die grünlich-bläuliche Farbe in dickeren Schliffen könnte auf Spessartin (Mn-Granat) hinweisen.

Chlorit (Pennin). Wurde nur in einem Schliff und auch hier spärlich beobachtet.

Karpholith (?). In der Schieferungsebene liegen einzelne Faser- und Nadelbündel mit kleinen zugehörigen Tafelfragmenten. Lichtgelb-grün, mit schwachem Pleochroismus, opt. zweiachsig positiv, geringe Doppelbrechung. Die sehr schmalen Nadeln lassen eine nähere Bestimmung nicht zu, doch scheint neben Karpholit auch noch ein besonderes Glied der Epidotreihe in Frage zu kommen.

Zoisit. Grosse, reine, isometrisch gebaute Idioblasten. Opt. zweiachsig positiv, hohe Lichtbrechung, niedere Doppelbrechung. Zentral gelagerte Einschlüsse. Die Bestimmung ist nicht ganz sicher. Tritt immer nur vereinzelt auf.

Die analogen japanischen Gesteine können zudem noch führen: Albit, Epidot, Calcit, Magnetit und akzessorisch Turmalin, Rutil, Titanit und Disthen. Keines dieser Mineralien, mit Ausnahme von Turmalin, vor allem aber nicht Albit und Calcit, konnte nachgewiesen werden. Gisolf (Lit. 1) führt für den Piemontit-Quarzit vom S. Kaia graphitische Substanz an.

Die Struktur ist durchwegs diejenige typischer Epi-Quarzite (granoblastisch); ein sehr feinkörniges Mosaik von schwach geregeltem Quarz baut das Grundgewebe auf. Wie erwähnt, sind zahlreiche ausgezogene Augen eines gröberen Quarzpflasters zu beobachten. Vielleicht handelt es sich um Porphyroklasten und ist die ganze Struktur als blastopsammitisch zu bezeichnen.

Reich an Einschlüssen ist eigentlich nur der Granat, der demnach erst in der letzten Phase gross geworden ist. Die kristalloblastische Reihe lautet: Piemontit-Zoisit-Sericit-Granat-Erz-Quarz.

Einer der Schliffe zeigt besonders schöne Durchbewegung, indem Scherflächen verschiedenster Richtung sich vielfach überschneiden. Im feineren Quarzmörtel, der die Scherflächen begleitet und parallel auf diese eingestellt, liegt besonders reichlich Sericit und Piemontit, während in feinmörteligen Wirbelzentren Piemontit- und Erzhaufenwerke sich sammeln.

Suzuki (Lit. 30) hat die japanischen Vorkommnisse von Piemontitschiefern eingehend beschrieben; er kommt dabei zur Aufstellung des folgenden Typenschemas:

Sericit-Quarzitschiefer

Hämatit-Sericit-Quarzitschiefer — Karbonat-Sericit-Quarzitschiefer

Piemontit-Hämatit-Sericit-Quarzitschiefer — Piemontit-Sericit-Calcit-Quarzitschiefer

Piemontit-Sericit-Quarzitschiefer

Alle diese Typen sind durch Übergänge miteinander verbunden, während Übergänge zu den dem gleichen Verband angehörenden Glaukophan-Sericit-Quarzitschiefern zu fehlen scheinen. Von Celebes sind bisher die Karbonat führenden Typen nicht bekannt geworden, während alle übrigen Gesteine vom reinen Sericit-Quarzit bis zum Piemontit-Sericit-Quarzit nachgewiesen sind. Auch die Hämatitführung, die mit ein Charakteristikum bildet, ist für Celebes typisch.

Was nun die übrigen Piemontitgesteine, die von Celebes bekannt geworden sind, betrifft (Gisolf, Lit. 1), so handelt es sich um ein Gestein aus der Abendanon-Kollektion (Nr. 1266) vom S. Kaia (westl. vom Possosee), um einen Piemontit-Sericit-Quarzit mit Gehalt an kohliger Substanz, zwar ein Geröll, aber nach der Vergesellschaftung zu schliessen aller Wahrscheinlichkeit nach aus einem Verband von Sericit-Quarziten und Glaukophangesteinen stammend.

Ferner erwähnt Gisolf (Lit. 6) von SE-Celebes zwei weitere Vertreter:

Piemontit-Quarzit von Sinongko am Matano-See, mit Graphit.

Piemontit-Phyllit vom Fluss Mobalaba (Burau) im südlichsten Zentral-Celebes; neben Quarz tritt auf: Piemontit, Sericit mit Erz, Apatit und Rutil.

Es dürfen diese Typen ohne weiteres den Gesteinen von Süd-Celebes angegliedert werden und durch ihr weit zerstreutes Vorkommen eine weite Verbreitung derartiger Gesteine wahrscheinlich

machen. Auch hier mögen sie einmal ihren Zweck als vorzügliche Leithorizonte erfüllen.

SUZUKI (Lit. 30, 33) führt auch neben einer Analyse vom Mineral zwei solche von Piemontitschiefern an. Die eine findet sich als Nr. 11 in der beigegebenen Tabelle.

Die Diskussion der Analysen weist eindeutig auf sedimentogene Abkunft hin. Als Edukt kommt in Frage ein Mn- und Ca-haltiger Kieselschiefer (chert).

c) Die Chlorit-Epidot-Albitgneise

Als dritten, bezeichnenden Typus der isophysikalischen Gesteinsserie des Pangkadjene-Massives haben die Chlorit-Epidot-Gesteine zu gelten. Beschrieben wurden sie erstmals von VON STEIGER (Lit. 14) von der Ortschaft Mangliu.

Die Schliffe des Verfassers zeigen folgenden Mineralbestand:

aa) Albit-Oligoklas (bis 50 %), Quarz, Chlorit, Epidot und Hämatit.

bb) Chlorit (bis 50 %), Epidot, Sericit, Albit, Zoisit und akzess. Quarz und Erz. VON STEIGER führt noch Calcit an.

Die Gesteine sind stark geschiefert und zeigen deutliche Gefügeregelung (die Albit-Zwillingslamellen liegen in der Schieferungsebene). Sie sind feinkörnig, Chlorit und Epidot bilden besondere Lagen. Epidot kann in Form grosser Idioblasten, die in einen Feldspatmörtel eingebettet sind, auftreten. Die Spaltbarkeit nach (100) ist auffälligerweise viel ausgeprägter als diejenige nach (001). Das Mineral erscheint tafelig nach (100) und ist damit ungewöhnlicherweise in c-Achsenrichtung gestreckt.

Ein Glimmerschiefer, den BÜCKING von der Mündung des Bawa Sapo anführt, ist wahrscheinlich hier anzuschliessen. Mineralbestand: Quarz, Muskowit, Hornblende, Epidot, Granat, Rutil, Turmalin, Magneteisen und Hämatit.

Auch dieser dritte Typus ist aus der Besshi-Serie in Japan wohlbekannt. SUZUKI beschreibt ihn in der Grünschiefergruppe und belegt ihn durch eine Analyse. In Japan bestehen Übergänge zu den Glaukophan führenden Gesteinen.

Neben diesen drei Hauptvertretern sind, ausgenommen die Phyllite, deren Stellung schon eingangs diskutiert wurde, nur wenig andere Gesteine bekannt geworden. WICHMANN (Lit. 18) führt Gneise und Turmalin-Quarzite unter den Geröllen an; präzisierte Angaben fehlen aber.

Serpentine, Hornblende- und Aktinolithschiefer werden sowohl von BÜCKING als auch von VON STEIGER namhaft gemacht, ihr engeres Verhältnis aber zum Kristallinverband ist noch ungeklärt.

Das Pangkadjene-Massiv charakterisiert sich also durch eine ausserordentlich geschlossene Einheit typischer Gesteine.

2. Das Tanette-Massiv

Es darf dieses Massiv als natürliche Nord-Fortsetzung des Pangkadjene-Massives gelten. Es liegt wie dieses am Westrand von Süd-Celebes, ca. 8 km östlich der grösseren Ortschaft Tanette. Eine ca. 20 km lange Zone von jungen Eruptiva, Eocänkalken und andern tertiären Sedimenten trennt es vom Pangkadjene-Massiv. Erst durch die Untersuchungen von t'HOEN und ZIEGLER (Lit. 7) ist es bekannt geworden; leider sind aber die Angaben sehr spärlich. Den Karten darf wohl ein N- bis NW-Streichen entnommen werden. Transgressiv über dem Grundgebirge liegt auch hier die gleiche, vermutlich triadische Serie wie im südlichen Schwestermassiv.

VON STEIGER (Lit. 14) beschreibt folgende Gesteine:

Granat-Epidot-Hornblendeschiefer (besser wohl „Quarzit") mit viel Quarz, gewöhnlicher Hornblende, Epidot und Zoisit.

Gneis von Podo. Stark zerdrückt und schiefrig, mit der Zusammensetzung eines Granits oder Quarzsyenits. (Es besteht die Möglichkeit, dass hier ein junges, für West-Celebes so typisches Eruptivgestein, ein posttriadischer Syenitporphyr vorliegt, wie er auch in B. 50: verschieferter Syenitporphyr, vertreten ist.)

Serpentin.

Marmor. Als linsenförmige Einschaltung.

Verschiedene Andeutungen weisen darauf hin, dass noch an andern Orten im westlichen Süd-Celebes kristalline Gesteine entblösst sein könnten (Batuku-Kohlenfeld zum Beispiel); jedenfalls sind an verschiedenen Punkten Basalkonglomerate aufgeschlossen.

3. Das Latimodjong-Kristallin

Das höchste Gebirge von Celebes, das Latimodjong-Gebirge (3495m), zeigt einen recht verwickelten und trotz wiederholter Untersuchungen in keiner Weise geklärten Bau. Vorsichtigerweise möchte ich es deshalb auch nicht als Massiv bezeichnen. Nach morphogenetischen Gesichtspunkten ist es bereits Zentral-Celebes zuzurechnen, trotzdem es zum grossen Teil noch auf der Südhalbinsel liegt.

Neben Kreidegesteinen (Couches rouges, Maroroformation), Phylliten, wenig metamorphen Gabbros und Diabasen ist auch eine kleine Gruppe von kristallinen Gesteinen am Aufbau beteiligt. Steiles Einfallen, der starke Wechsel verschiedenartigster Gesteinsarten, sowie eigene Beobachtungen im nahen westlichen Gebiet (Kalosi) lassen eine Schuppenstruktur erwarten. Das Streichen ist eindeutig NNW.

Auf dem Osthang des Gebirges findet man nach ABENDANON-GISOLF (Lit. 1), KONING KNIJF (Lit. 8), REYZER (Lit. 11, pag. 161) folgende Typen kristalliner Gesteine:

Epidot-Albitgneis,
Lawsonit-Albitgneis,
Epidot-Chloritschiefer, als Hauptvertreter,
Epidot-Phyllite,
Epidotfels,
Granatfels,
Crossit-Glaukophangestein (nach KONING KNIJF),
Albit-Uralit-Amphibolit,
Sericit-Quarzit (mit Chlorit, Epidot, Turmalin, Titanit, Erz, Granat),
Epiquarzit,
Marmor (nach ABENDANON).

Allem nach scheint im Latimodjong-Gebirge eine engere Beziehung zu bestehen zwischen den nicht metamorphen, basischen Eruptiva und einem Teil der kristallinen Schiefer. Übergänge sind besonders zahlreich.

Ausgangsgesteine sind: Gabbro, Gabbroporphyrit, Norit, Olivingabbro, Hornblende- und Augit-Diabase.

Unter starker ruptureller und geringer chemischer Umformung werden diese (Epibedingungen) zu: Uralit-Gabbro, Saussurit-Gabbro, Flaser-Gabbro, Uralit-Diabas, Saussurit-Diabas.

Auf stärkere Umformung, aber immer noch im Bereich der Epizone, weisen: Albit-Uralit-Amphibolite und die häufigen Epidot-Chloritschiefer, in denen Epidot oft durch Lawsonit vertreten wird.

Neben diesen Epi- bis Mesoabkömmlingen basischer Gesteine scheinen nur noch Sericit-Quarzite, allerdings auch diese zum Teil epidot- und chloritreich, und Marmor auf eine stärkere Dislokationsmetamorphose hinzudeuten. Jene Serien, wie sie aus dem Pangkadjene-Massiv beschrieben worden sind, sind hier nicht beobachtet worden, und so nimmt denn das Latimodjong-Kristallin vorläufig

noch eine ganz fragwürdige und isolierte Stellung im Baugerüst von Celebes ein.

II. CENTRAL-CELEBES

Viel verbreiteter als im besprochenen Süd-Celebes ist kristallines Grund-Gebirge in Zentral-Celebes. Es birgt dieser Teil das grösste der Massive, das im Osten von der Überschiebungszone mit basischen Eruptiva und im Westen von einer N—S gerichteten Zone von jungen Intrusiva und Extrusiva umrahmt wird. Morphologisch zerfällt es in zwei Teile, das östliche Kruijt-Gebirge und das westliche Fennema-Gebirge, getrennt im Norden wenigstens, durch die junge Posso-Senke. Auch am westlichsten Gebirgszug, dem Molengraaff-Gebirge, hat das Kristallin (Gneise) noch einen wesentlichen Anteil. Isoliert tritt im Südwesten noch ein schmaler Kristallinzug auf (Masupu-Kristallin). Zentrum aber bleibt das Fennema-Gebirge. Das generelle Streichen ist NNW; über den eigentlichen tektonischen Bauplan aber wissen wir herzlich wenig, verwiesen sei nur auf die eingangs erwähnte Gliederung ABENDANONS.

Die Gliederung, wie sie nun folgt, richtet sich vorzüglich nach orographischen Gesichtspunkten und ist im wesentlichen bedingt durch die recht verschieden verteilten jeweiligen Forschungsgebiete.

1. Das Kristallin am Masupu-Oberlauf

Die einzigen Daten über dieses isolierte, anscheinend nicht sehr ausgedehnte Kristallin-Gebiet stammen von REYZER (Lit. 11) und ABENDANON (Lit. 1), allein auch hier muss man mit wenig Angaben zufrieden sein.

Im Westen schliesst sich dem Kristallin das ausgedehnte Granitgebiet des obern Mamasa an, und es soll nach REYZER dieser angeblich im Tertiär aufgepresste Granit eine randliche Umwandlung erfahren haben, die einer Metamorphose gleichkam. An naiven Theorien hat es hier nie gefehlt, wohl aber an guten Beobachtungen.

REYZER führt folgende metamorphe Gesteine an:

Flaseriger Pyroxengneis,
Glimmerschiefer,
Quarzitschiefer.

Die Angaben ABENDANONS sind noch vager:

Gneise, Granitgneise und Amphibolite.

Die letzteren, die allerdings eng an ein östlich gelegenes Diabasgebiet sich anschliessen, sind von GISOLF bestimmt worden als:

Zoisit-Uralit-Amphibolite,
Uralit-Gabbros,
Albit-Amphibolite.

Nach dem Wenigen, was also aus diesem Gebiet bekannt ist, scheint ein Zusammenhang mit den zentralmassivischen Serien nicht zu bestehen, für diese Tatsache würde auch die Abwesenheit von Phylliten im Masupu-Gebiet sprechen.

2. Das Gebiet der Gneise (Fennema-, Molengraaffgebirge)

Beidseitig vom obern Lariang (Koro) und der Palusenke (Fossa Sarasina), westwärts zum Teil bis in Küstennähe hinausgreifend (Molengraaff-Gebirge), im Nord-Osten das Verbindungsstück zwischen Nord- und Zentral-Celebes zu grossen Teilen aufbauend, treten Gneise und basische Eruptiva auf, durchsetzt von jungen Granit- und Syenitstöcken, noch jüngern Ergussgesteinen und durch eine enorme Bruchtektonik mit andern Elementen vermengt.

WICHMANN gibt uns Angaben über den nördlichsten Teil, ABENDANON (GISOLF) über das Gebiet der Koro-Palusenke.

Eine Zusammenstellung gibt folgendes Bild:

Biotit-Orthoklasgneis (Kata) in grosser Verbreitung,
Granat-Biotit-Orthoklasgneis (Kata),
Hornblende-Biotit-Orthoklasgneis (Kata),
Biotit-Plagioklasgneis (Meso), vorwiegend im Westen,
Granat-Sillimanit-Disthengneis,
Eklogit (vereinzelt),
Plagioklas-Augitfels,
Augit-Amphibolit (häufig im Westen),
Plagioklas-Amphibolit,
Albit-Uralit-Amphibolit, verbreitet,
Albit-Amphibolit, verbreitet,
Strahlsteinschiefer, vereinzelt, im Westen,
Hornblende-Garbenschiefer, vereinzelt, im Westen,
Epidot-Chloritschiefer, im Osten,
Sericit-Quarzit, im Osten,
Marmor, im Osten,
Phyllit,
Kalksilikatfels (Kontaktgestein).

Dazu kommen noch zahlreiche Vertreter sehr schwach metamorpher, z. T. autometamorpher Tiefengesteine, sehr häufig charakterisiert durch Myrmekitbildung:

Granitite, Hornblende-Biotitgranite, Quarzgabbros,
Saussurit-Gabbros, Uralit-Gabbros;

verbreitet sind Injektionsgneise.

Über das Alter der Tiefengesteine ist viel diskutiert worden, sichere Anhaltspunkte fehlen für die meisten. Im allgemeinen zeichnet sich dieses Kristallin aus durch seinen Kata- bis Mesocharakter und seine vorherrschende Orthonatur. Typen sedimentogenen Ursprunges wie Sericit-Quarzite, Phyllite und Marmore sind selten und anscheinend beschränkt auf das östliche Randgebiet im Fennemagebirge.

Isoliert tritt, vermutlich als südliche Fortsetzung dieses Gneisgebietes, am obern Rongkong nochmals eine ähnliche Gesteinsvergesellschaftung auf, die im Rahmen des Fennema-Gebirges kurz besprochen werden soll. Es ist möglich, dass man es hier mit dem ältesten Strukturelement der Insel zu tun hat und dass die ostwärts anschliessende Paraserie den ursprünglichen Sedimentmantel des Gneisgebietes bildet; doch sind für derlei Hypothesen bisher noch keine Beweise erbracht worden.

3. Das Fennema-Gebirge

Es schliesst sich dieser Gebirgszug mit Höhen von 2500 m ostwärts eng an das Gneisgebiet an und erstreckt sich bei generell stets gleichbleibendem NNW-Streichen von Parigi im Norden bis nach Wotu im Süden. Ostwärts bildet im Norden die Possosenke, im Süden der Unterlauf des Kalaena die Grenze.

Von N nach S wandernd, ist bei den verschiedenen Durchquerungen und Reisen reichlich Material gesammelt worden, das die Geschlossenheit dieser petrographischen Provinz belegt.

a) Der äusserste Norden von Parigi bis Posso

Wichmann (W.); Koperberg (Ko.), Lit. 9; Ahlburg (A.), Lit. 2; Bücking (B.), Lit. 4:

Gneise, z. T. quarzreich, im äussersten Norden (W. und Ko.),
Muskowit-Augengneis (W.),
Glimmerschiefer (B.),
Kalk-Glimmerschiefer (Ko.),
Muskowit-Glimmerschiefer (A.), weitverbreitet.

Die geringe Anzahl von Angaben und ein Minimum an Präzision verunmöglichen eine Diskussion. Das Vorkommen von Gneisen lässt an eine Fortsetzung des westlichen Gneisgebietes denken, während die am Osthang verbreiteten Muskowit-Glimmerschiefer an die sedimentogene Serie des südlichen Fennema-Gebirges erinnern.

b) Das Gebiet westlich vom Possosee und Possofluss

Dank den exakteren Gesteinsbestimmungen GISOLFS (Lit. 1) und KOPERBERGS (Lit. 9) aus der engern Umgebung des Possosees sind wir über den Gesteinsbestand dieses Gebietes sehr gut orientiert; allein auch hier macht sich der Mangel an Profilbeobachtungen sehr bemerkbar. Reichhaltige Geröllkollektionen stammen aus einem linken Zufluss des Possosees, dem Sungei Kaia (Sungei: Fluss). Ältere Beiträge stammen von den SARASINS (SCHMIDT, Lit. 12) (G.: GISOLF; S.: SCHMIDT):

Glimmerschiefer (G., B.),
Kalk-Glimmerschiefer (G., Ko., B.),
Kalk-Disthen-Glimmerschiefer (G.),
Disthen-Granat-Ottrelith-Glimmerschiefer (G.),
Sismondin-Glimmerschiefer (G.),
Kalkphyllite (G.),
Phyllite (G., B.),
Marmore, z. T. Glimmer führend (G., S.),
Sericit-Quarzit (G., B.),
Muskowit-Graphitgneis (?) (Ko.),
Chlorit-Siderit-Glimmerquarzit (Ko.),
Piemontit-Sericit-Quarzit (G.),
Ottrelith-Sericit-Quarzit (G.),
Epidot-Chlorit-Quarzit (G.),
Crossit-Quarzitschiefer (G.),
Crossit-Lawsonit-Sericit-Albitschiefer (G.),
Epidot-Chloritschiefer (G.),
Glaukophanprehnitit (Ko.),
Prehnit-Glaukophanit (G.),
Lawsonit-Glaukophanit (G.),
Chlorit-Glaukophan-Lawsonitschiefer (Ko.),
Glaukophanprasinit (G., S.),
Glaukophan-Garbenschiefer (G.),
Glaukophanschiefer (B.).

c) Das mittlere Fennema-Gebirge (Tampoke-Gebirge, Takalekadjo-Gebirge)

ABENDANONS Durchquerung (Route Pendolo-Leboni) dieses Gebirges hat reiche und vor allem typische Ausbeute gegeben. Die Gesteine sind den erwähnten aus den nördlicheren Teilen des Gebirges

durchaus gleichwertig. Auch die SARASIN'sche Aufsammlung hat einen kleinen Beitrag geliefert. Westwärts schliessen unmittelbar Granite an:

Muskowit-Gneis (?) (S.),
Meso-Tonerde-Silikat-Gneis (G.),
Sillimanit-Cordieritgneis (G.),
Glimmerschiefer, mit Sapphirin (G.),
Kalk-Glimmerschiefer (S.),
Granat-Graphit-Glimmerschiefer (G.),
Granat-Ottrelith-Glimmerschiefer (G.),
Turmalin-Glimmerschiefer (G.),
Graphit-Granat-Glaukophanglimmerschiefer (G.),
Glaukophanschiefer (S.),
Phyllite (G.),
Kalkphyllite (G.),
Marmor (G.),
Quarzite (S.),
Krokydolithschiefer (S.),
Serpentin (S.).

d) Das südliche Fennema-Gebirge
(Gebiet von Rongkong, Masamba, Wotu, Berau)

Die Zusammenstellung stützt sich auf Untersuchungen von ABENDANON-GISOLF (Lit. 1), REYZER (R.) (Lit. 11), WATERSCHOOT VAN DER GRACHT-GISOLF (Lit. 17 und 6), SARASINS-SCHMIDT (Lit. 15).

Mitten in der Granitregion des obern Rongkongflusses tritt nach REYZER und WATERSCHOOT VAN DER GRACHT Kristallin mit folgenden Vertretern auf:

Quarzitschiefer (R.)
Glimmerschiefer (Gr.)
Biotitgneis (R.)
Biotit-Pyroxengneis (Gr.)
Pyroxengneis (Gr.)
Amphibolit (Gr.)
Augit-Amphibolit (Gr.)

Wie bereits angedeutet, liegt hier vermutlich eine Fortsetzung des oben beschriebenen westlichen Gneisgebietes vor.

Erst weiter östlich schliesst die Region typisch sedimentogener Derivate an, wie sie für das Fennema-Gebirge so bezeichnend sind:

Muskowit-Graphitgneis (G.)
Glimmerschiefer (G.)
Graphitglimmerschiefer (G.)
Muskowit-Graphit-Glimmerschiefer (G.)
Chlorit-Kalkphyllit (G.)
Piemontitphyllit (G.)
Ottrelith-Quarzit (G.)
Granat-Glaukophanit (G.)

Ottrelith-Glimmerschiefer (G.)
Ottrelith-Graphit-Glimmerschiefer (G.)
Epidot-Amphibolit (G.)
Plagioklas-Amphibolit (G.)
Gastaldit-Eklogit (G.)
Glimmer-Quarz-Pyroxenschiefer (vermutl. kontaktmetamorph, G.).

4. Das Kruijt-Gebirge

Mit diesem Namen wurde durch KOPERBERG das östlich der Possosenke als Parallelzug zum Fennemagebirge N—S sich erstreckende Gebirge belegt. Ob es sich um eine orographische Einheit handelt, bleibe vorläufig dahingestellt, jedenfalls aber bildet es tektonisch den Übergang vom kristallinen Grundgebirge des Fennemagebirges zum östlichen Überschiebungsgebiet. Die Beobachtungen sind hier sehr dünn gesät; aus dem nördlichen Küstenabschnitt stammen Angaben KOPERBERGS (Lit. 9), im mittleren Teil ist das Gebirge von ABENDANON traversiert worden (Lit. 1). Die südliche Fortsetzung des kristallinen Gebirgsanteiles streicht nach SE-Celebes hinein, ist hier aber möglicherweise durch Basisch-Eruptiv zum grossen Teil verdeckt.

a) Der Nord-Teil. Posso-Todjo-Gebiet

Nach KOPERBERG (s. o.) findet man hier:

Glaukophan-Muskowitschiefer
Augit-Lawsonit-Glaukophanit
Chloritoid-Muskowitschiefer
Kalk-Chlorit-Muskowitschiefer
Hämatit-Muskowitschiefer
Talk-Sericitschiefer
Talkschiefer.
Lawsonit-Amphibolit
Harzburgit-Serpentin
Muskowit-Quarzit
Phyllit
Paragneis (?)

b) Der Süd-Teil

ABENDANON hat auf seiner Reise Possosee-Kolonedale eine Anzahl Handstücke gesammelt, von denen leider nur zwei durch GISOLF näher bestimmt worden sind. ABENDANONS Feldbeobachtungen und Bestimmungen sind aber nur in geringem Masse zuverlässig (A.).

Sericitschiefer (A.)
Sericit-Glimmerschiefer (A.)
Talk-Sericitschiefer (A.)
Talkschiefer (A.)
Chloritphyllit (G.)
Phyllit (A.)
Marmor (G.)
Glimmermarmor (A.)

Die Monotonie scheint nach den Beschreibungen zu urteilen recht gross zu sein und auffälligerweise fehlen hier die typischen Glaukophan- und Ottrelithgesteine.

III. SÜD-OST-CELEBES

Die Westseite dieses Inselarmes trägt die natürliche Fortsetzung des kristallinen Grundgebirges von Zentral-Celebes. Das Streichen ist hier generell ein nordwestliches und nur im Südende, in Rumbia ein vorwiegend westliches. Den Ostteil der Halbinsel, sowie das ganze Gebiet der Seen nehmen, mit Ausnahme von vermutlich fensterartig aufgeschlossenem Kristallin (Sinongko-Kristallin), basische Eruptiva, mesozoische und tertiäre Sedimente ein, die, wenn auch darüber nichts Näheres bekannt ist, Deckschuppenstruktur besitzen, wie sie ähnlich für ganz Ost-Celebes und die Insel Buton nachgewiesen ist. Über die Beziehungen dieser zwei Hauptregionen vermögen uns weder die primitiven Aufnahmen von DIECKMANN-JULIUS (Lit. 5) noch die Beobachtungen ABENDANONS im Norden Auskunft zu geben.

Innerhalb der kristallinen Massive scheinen vor allem im Südteil die Vorkommnisse von basischen Eruptiva recht zahlreich zu sein. WUNDERLIN (Lit. 20) beschreibt aus der Kollektion ELBERT Harzburgite, Diorite und Amphibolite, die aus dem Mendoke-Gebirge (Rumbia) stammen. Längs der Westküste existieren eine grössere Zahl solcher Eruptivkörper. Ob sie autochthon oder Reste einer Eruptivdecke sind, weiss man nicht; wahrscheinlich aber sind sie jünger als das Grundgebirge und haben der Metamorphose nicht mehr unterlegen.

Mit Beziehung eben auf diese basischen Eruptivmassen unterscheidet sich SE-Celebes von Zentral-Celebes, von wo bisher noch keine grösseren Eruptivvorkommnisse gemeldet worden sind.

Wir unterscheiden von Nord nach Süd folgende „Massive“:

1. Das Sinongko-Kristallin

Es findet sich bislang auf keiner Karte angegeben, wohl aber zeigen die Gesteinsbeschreibungen von GISOLF (Lit. 6), dass wenig südlich vom Matanosee inmitten von einem Gebiet basischer Eruptiva und mesozoischer Sedimente typische kristalline Schiefer auftreten:

Piemontit-Quarzit (G.),
Quarzit (mit Granat, Epidot, Piemontit (G.),
Marmor (G., S.),
Plagioklas-Amphibolit (G.),
Granat-Amphibolit (G.),
Epidot-Amphibolit (G.),
Amphibolit (G.),
Epi-Amphibolit (G.).

Was die Amphibolitgruppe anbetrifft — und das gilt auch im Folgenden — so ist zum Vornherein nicht sicher anzugeben, ob sie zum Grundgebirge oder den jüngeren Basisch-Eruptivmassen gehört.

2. Das Lewulu-Kristallin

Östlich vom Konawifluss tritt nach Angaben von DIECKMANN-JULIUS ein isoliertes kleines Massiv auf, von wo beschrieben werden:

Crossit-Aegiringneis (G.),
Granat-Augit-Amphibolit (G.).

3. Das Mekongga-Massiv

Es hat als das Hauptmassiv von SE-Celebes zu gelten und baut an der Westküste das 2800 m hohe Mekonggagebirge auf:

Sericit-Phyllit (G.)
Sericit-Chlorit-Phyllit (G.)
Graphit-Phyllit (G.)
Ottrelith-Phyllit (z. T. mit Turmalin, G.)
Sericit-Ottrelith-Phyllit (G.)
Epidot-Chloritschiefer (G.)
Sericit-Quarzit (G.)
Quarzit (G.)

4. Das Kristallin von Rumbia (Rumbia- und Mendoke-Gebirge)

Es bildet die südliche Fortsetzung des Mekongga-Kristallins und führt besonders reichlich basische Eruptiva (Gabbros, Diorite, Harzburgite). Die Gesteine, gesammelt von ELBERT, sind eingehender von WUNDERLIN (Lit. 20) untersucht worden.

Von drei Glaukophanschiefern und drei Glaukophan führenden Graphitglimmerschiefern verdanken wir WUNDERLIN chemische Analysen. Eine Diskussion derselben folgt im nächsten Abschnitt.

Glaukophanschiefer (Wu.),
Graphit-Glimmerschiefer, Glaukophan führend (Wu.),
Phyllite (Wu.),
Amphibolit (Wu.).

Eine letzte südlichste Fortsetzung des Grundgebirges (Sericit-Phyllite, Glimmerschiefer) erscheint an kleiner Stelle auf der Westküste der Insel Muna.

IV. NORD-CELEBES

Isoliert von allen bisher besprochenen Grundgebirgsstücken und auch dem Inhalt nach eine besondere Stellung einnehmend tritt auf der westlichen Nordhalbinsel, in der Landschaft Mauton, Kristallin auf, das durch KOPERBERG (Lit. 9) und AHLBURG (Lit. 2) eingehender beschrieben worden ist. Leider verfügen wir hier nicht über die prä-

zisen Dünnschliffbeschreibungen GISOLFS, sondern müssen uns begnügen mit den recht vagen Gesteinsbeschreibungen KOPERBERGS.

Das Kristallin, das am Molosipatfluss an die Küstenalluvionen herantritt, ist westwärts auf eine Distanz von 80 km (bis Tomini) verfolgt worden und erreicht möglicherweise — einige Angaben BÜCKINGS (Lit. 4) weisen darauf hin — die Nordküste an der Dondo-Bai. Das Innere aber ist geologisch noch völlig unbekannt.

Im Ostteil der Südküste ist das Streichen NNW bis NW bei steilem NE-Einfallen, im Westteil dagegen W bis WSW bei SSE-Einfallen. In der südwärts gerichteten Konkavität des Kristallinbogens finden sich tertiäre bis quartäre Basalte und Dacite. Auf der konvexen Nordseite schliessen sich dem Kristallin Epidosite, Diabase (die Grünschieferserie AHLBURGS), vermutlich jüngeren Alters, enge an. Ihre Stellung ist sowohl von AHLBURG als von KOPERBERG stark diskutiert worden.

Näher beschrieben sind folgende Gesteine (alle nach KOPERBERG):

Hornblende-Granitit (kataklastisch, mit Epidot und Chlorit),
Muskowit-Granit,
Muskowit-Flasergneis, mit ? Disthen, Staurolith,
Granat-Muskowit-Flasergneis (sehr verbreitet),
Granat-Chlorit-Muskowitgneis (sehr verbreitet),
Granatgneis,
Glimmergneis, Augengneis,
Gneis mit dunklen Lagen und Granat, Disthen, Chlorit, Biotit,
Chlorit-Biotitschiefer (mit Pyrit),
Chlorit-Biotit-Granatschiefer, mit grossen Granaten,
Glimmerschiefer,
Muskowitschiefer, z. T. quarzarm, mit Granat, Turmalin, Magnetkies,
Hornblende-Muskowitschiefer,
Hornblende-Epidotschiefer, mit ? Glaukophan,
Hornblende-Epidot-Biotitschiefer,
Graphit-Granatglimmerschiefer, grobflaserig,
Granat-Hornblendeschiefer,
Graphitschiefer,
Chloritschiefer,
Sericit-Quarzitschiefer,
Marmore (nach AHLBURG),
Phyllite? (nach HÖVIG),
Gangquarz sehr häufig.

Der Epidositrandzone gehören an:
Hornblende-Epidotschiefer,
Hornblendeschiefer,
Epidosite (Epidot, Quarz, Plagioklas, Aktinolith),
Fleckenschiefer,
Aphanite (Plagioklas, Augit, Epidot, Quarz, Chlorit, Erz), übergehend in gewöhnliche Diabase.

In der Dondo-Bai findet man nach BÜCKING:

Gneisschiefer,
Granitgneis.

Wenn nun auch in dieser Gesteinsserie einzelne Komponenten auftreten, die an die kristallinen Schiefer von Zentral-Celebes erinnern (Graphitschiefer, Sericitquarzite), so sind doch die Hauptkomponenten durchaus abweichend, vor allem die anscheinend recht häufigen Muskowit- und Granatgneise. So nimmt denn dieses Kristallin von Nord-Celebes eine ungeklärte Sonderstellung im Grundgebirge von Celebes ein.

C. Die Faciestypen und ihre besonderen Merkmale

Im vorangehenden Abschnitt sind so vollständig als möglich und, ohne dass eine bestimmte Auswahl getroffen wurde, die regionalmetamorphen Gesteine von Celebes auf Grund ihrer Verbreitung zusammengestellt worden.

Wer mit diesem Stoff vertraut ist, wird des ausserordentlich geschlossenen Typengehaltes auch ohne weitere Beschreibung inne werden; es soll aber im Folgenden dennoch versucht werden, die besondere Eigenart dieser Gesteine und ihr Bedingtsein durch Ausgangsstoff und tektonische Verhältnisse zu verfolgen. Es fehlen zwar genügend chemische Analysen, in vielen Fällen vermisst man auch eine präzise Gesteinsbeschreibung; aber das Auftreten zahlreicher, besonderer und typomorpher Leitmineralien, typischer metamorpher Mineralparagenesen, dann die stets sich wiederholenden ähnlichen Verbandsverhältnisse, die lokale Entstehungsbedingungen regionalen gegenüber sehr unwahrscheinlich machen, weisen auf die ganz besondere Eignung zu einer regionalen Charakterisierung.

Wenn ähnliche Untersuchungen, wie z. B. von NIGGLI, ESKOLA oder SUZUKI in hohem Grad auf Analysenmaterial aufbauen können, so scheint mir solches in diesem besonderen Fall nicht unbedingt notwendig zu sein. Kann zum Beispiel, wie dies für zahlreiche Celebes-

Gesteine der Fall ist, ein Gestein an Hand mikroskopischer Studien mit einem bereits analysierten Gestein anderer Herkunft weitgehend verglichen werden, sind ferner die Verbandsverhältnisse beider Gesteine übereinstimmend, so ist eine Identitäts-Bestimmung durch chemische Analyse wohl erwünscht, nicht aber unerlässlich.

Über das Ausgangsmaterial aber und den Gang der Metamorphose geben Mineralbestand, Struktur und Textur unter Berücksichtigung anderweitig gewonnener Erkenntnisse genügend Anhaltspunkte.

Eine Zusammenstellung der metamorphen Gesteine von Celebes ergibt aufs erste drei ausgesprochene Faciestypen, die in Verbands- und tektonischen Verhältnissen und im Mineralbestand stark voneinander abweichen und gröblich unterschieden werden können als:

die feldspatreicheren Gesteine, die Gneise, der Kata- bis Mesozone angehörig,

die feldspatarmen Gesteine, die Schiefer, vorwiegend sedimentogene Derivate mit dem Charakter von Meso- bis Epigesteinen,

die basischen Gesteine, Abkömmlinge basischer Eruptiva, beiden ersten Verbänden in bestimmtem Masse gemeinsam angehörend.

I. DIE GNEISE

Drei von den vier besprochenen Gebieten, in denen vorzüglich Gneise gefunden werden, liegen völlig isoliert vom übrigen Grundgebirge und wie das vierte, das Hauptgebiet, sich anschliesst, ist nicht näher studiert worden. In allen diesen Gebieten treten in unmittelbarer Nähe oder im Grundgebirge selbst nicht metamorphe, zum Teil sicher jüngere Eruptivstöcke von Graniten, Syeniten, Dioriten und Gabbros auf, die eine eigentliche Metamorphose nicht durchgemacht haben oder höchstens infolge posttriadischer Dislokationen leicht in Mitleidenschaft gezogen worden sind (rupturelle und autometamorphe Umwandlung). Mit diesen jungen und auch den dem Grundgebirge angehörenden Eruptiva sind starke Injektionen verbunden, die nicht streng auseinander zu halten sind.

Granitgneise, Saussurit-Gabbros, Uralit-Gabbros, Kataklasite und Breccien, Myrmekit-Granitite sprechen für lokalisierte Epibedingungen, die nicht unbedingt in den Bereich der Grundgebirgsmetamorphose zu fallen brauchen. Ihnen stehen dann gegenüber typische Katagesteine sowohl von Ortho- (vorwiegend) als von Paracharakter:

Biotit-Orthoklas-Gneis (z. T. mit Granat, Hornblende oder Pyroxen, porphyrischem Orthoklas mit Myrmekitbildung),
Biotit-Plagioklas-Gneis (basischer Plagioklas, Myrmekit, Korrosionserscheinungen),
Granat-Sillimanit-Disthen-Gneis.

Zum Teil nicht näher beschrieben, zum Teil in der tektonischen Stellung unklar, und allem Anschein nach auf die östlichen Gebiete beschränkt sind:

Glimmerschiefer, Sericit-Quarzite, Quarzitschiefer, Marmor, Phyllite.

Diese Gesteine weisen mehr auf Mesozone und bilden möglicherweise eine Einheit für sich.

Einer gesonderten Betrachtung bedarf hier auch das Kristallin von Nord-Celebes. Auch da sind, wenn auch in geringerer Verbreitung, nichtmetamorphe Granite aufgeschlossen. Die metamorphe, z. T. wohl stark injizierte Serie ist intensiv durchbewegt. Augen- und Flasergneise scheinen eine grosse Rolle zu spielen. Typische Mineralien der Mesozone, wie Muskowit, Disthen, Staurolith und besonders häufig Granat sind verbreitet. Biotit tritt zurück. Zahlreich sind Paragesteine wie:

Granat-Muskowit-Flasergneis, Muskowitschiefer, Hornblende-Muskowitschiefer,
Granat-Graphit-Glimmerschiefer, Granat-Hornblendeschiefer (z. T. mit ? Glaukophan),
Marmore.

Es fehlen aber oder treten ganz zurück die sedimentogenen Gesteine, wie sie für Zentral-Celebes charakteristisch sind.

Gegenüber den besprochenen Gneisgebieten ist dieses Mauton-Kristallin charakterisiert durch die Dominanz stark durchbewegter (Mesozone), vorwiegend tonerdereicher Paragesteine. Es handelt sich um eine ausgeprägte Dislokations- und vermutlich Einschmelzungsmetamorphose, die regionalen Charakter trägt.

Ein mesozoisches Alter derselben, wie KOPERBERG es postuliert, ist abzulehnen.

II. DIE FACIES DER SEDIMENTOGENEN DERIVATE

Viel geschlossener und in ihrer Ausbildung fast klassisch zu nennen, tritt uns die isophysikalische Serie der Grundgebirgselemente von Zentral-Celebes entgegen. Erstaunlich schon ist ihre Aus-

dehnung, kann sie doch verfolgt werden auf über 500 km Länge und mit grossen Unterbrüchen an die 200 km Breite.

Bei der grossen Gleichförmigkeit der Gesteine über solche Distanzen erscheint eine lokale Metamorphose zum vornherein ausgeschlossen; Ursache der Umbildung dieser alten Sedimente dürfte allein eine regionale Belastungsmetamorphose, vermutlich in Verbindung mit einer nachträglichen Dislokationsmetamorphose in einem ausgedehnten und lateral ganz besonders ausgeglichenen Sedimentraum sein.

Eruptivkörper sind hier selten und auf Randgebiete beschränkt; nur in SE-Celebes treten vermutlich jüngere Einschaltungen von basischen Eruptivgesteinen auf.

Amphibolite — ohne dass dabei entschieden ist, ob es sich um Orthogesteine handelt — sind an verschiedenen Stellen auch innerhalb des Grundgebirges festgestellt worden.

Im grossen Ganzen aber ist das zentrale Massiv durch die verschiedenen Epochen hindurch eine starre Masse geblieben, der vermutlich eine grosse Bedeutung im jungen Bauplan der Insel zukommt. Junge Effusiva, wie sie die ganze Westküste in grosser Masse begleiten, sind ausschliesslich auf die Randgebiete des Grundgebirges beschränkt geblieben. Möglicherweise liegt eine polymetamorphe Serie vor, die ihren Zustand folgenden Vorgängen verdanken kann:

I. Grundgebirgsmetamorphose praecambrischer Sedimente. Metamorphose vorwiegend durch Temperatur und Druck, weniger durch Dislokation bedingt.
II. Andeutungen einer mesozoischen Metamorphose, die vorwiegend die Flyschserie der Trias und das Kendarimesozoikum betroffen hat. Dislokationsmetamorphose.
III. Kontaktmetamorphose durch mesozoische Eruptiva bewirkt. Rein lokal.
IV. Intensive tertiäre Bruchbewegungen und Verschuppungen vermögen ebenfalls rein lokal Breccien, Kataklasite und andere epimetamorphe Typen zu schaffen.

Versucht man nun, die im ersten Abschnitt regional zusammengefassten Gesteine in Familien zusammenzufassen, so erhält man folgende Hauptgruppen:

die Alkalifeldspatgesteine, nur vereinzelt vertreten durch Gneise,
die Tonerdesilikatgesteine, vertreten durch Phyllite, Ottrelithschiefer und Glimmerschiefer,
die Magnesiumsilikatschiefer, selten,

die Kalksilikatgesteine und Marmore,
die quarzitischen Gesteine,
die Glaukophan führenden Gesteine, deren Familienzugehörigkeit näher zu diskutieren ist,
die basischen Gesteine (Amphibolite etc.) und Kalknatrongesteine.

Gebirgsbildend von diesen Familien sind nur die 2., 5., 6. und 7. Gruppe.

1. Die Alkalifeldspat-Gneise

Innerhalb des Hauptmassivs sind sie nur selten und unzulänglich bekannt geworden; alte Gesteinsbeschreibungen, die einfach auf Gneis lauten, müssen zudem kritisch betrachtet werden. Das Gneisgebiet von Parigi, das als solches gesichert zu sein scheint, dürfte möglicherweise dem grossen westlichen Gneisgebiet angehören; Gneisfunde im Pangkadjenegebiet sind mehr als fraglich, im Tanettemassiv ziemlich sicher widerlegt.

So fällt also diese Gruppe nach dem heutigen Stand unserer Kenntnisse ausser Betracht.

2. Die Tonerdesilikat-Gesteine

Ihnen fällt der Hauptanteil am Aufbau der metamorphen Region zu. Ihre Ausbildungsweise liegt an der Grenze zwischen Epi- und Mesozone und das ist hier besonders charakteristisch und immer wieder festzustellen. Typomorphe Mineralien für diese Facies sind Glaukophan, Sprödglimmer und Graphit. Aus der Katazone ist nur ein Gestein bekannt: ein Cordierit-Sillimanitgneis aus dem westlichen Fennemagebirge. Allerdings weisen ein deutlicher Muskowitgehalt und ausgesprochene Paralleltextur auf ganz besondere und nicht typische Katabedingungen.

a) Die Phyllite

Im ersten Abschnitt ist die Phyllitfrage kurz behandelt worden, und es sei hier nur wiederholt, dass man wahrscheinlich mit zwei Phyllitformationen zu rechnen hat, die sich petrographisch vorläufig nicht auseinanderhalten lassen.

Eine erste ältere Serie („oude leien") gehört dem Grundgebirge an.

Die zweite, die jüngere Serie (Tinomboformation), bildet mit Konglomeraten, arkoseartigen Sandsteinen, Grauwacken etc. zusammen die Basis des Deckgebirges, ist aber zonenweise ebenfalls

metamorph. In ihr eingeschaltet liegen Diabase, und sie zeigt die schönen Kontakthöfe um jüngere Eruptivstöcke.

Eine strikte Scheidung beider Serien ist nur auf Grund regional-tektonischer Untersuchungen möglich.

Die Phyllite sind vorherrschend quarzreiche, dank dem Sericitgehalt meist seidenglänzende, durch Gehalt an kohliger Substanz schwarze Schiefer. Man kennt folgende Vertreter: Sericitphyllite, Graphitphyllite, Chloritphyllite.

Übergänge zu den Kalkphylliten sind besonders häufig.

b) Die Ottrelithschiefer

Wie NIGGLI[1]) einlässlich dargetan hat, ist der Chemismus der Chloritoidschiefer von demjenigen gewöhnlicher Phyllite prinzipiell nicht verschieden, sondern die Herausbildung von Chloritoid entspricht besonderen Faciesverhältnissen. Was aber die tektonischen Verhältnisse in den Schiefergebieten von Celebes betrifft, so sind wir darüber in keiner Weise orientiert.

Die Vertreter der Sprödglimmer sind durch GISOLF allein auf Grund ihrer optischen Verhältnisse bestimmt worden; Analysen existieren nicht, und so bleibt auch ihre Klassifizierung unsicher. GISOLF beschreibt von Celebes allein Ottrelith und Sismondin mit zahlreichen Übergangsformen. Chloritoid wird nicht genannt.

Diese Sprödglimmer gelten als typomorph für die Epizone, treten hier aber vorzüglich auf in Übergangsformen von Phylliten zu Glimmerschiefern, sprechen also für eine ziemlich starke Durchbewegung bei gleichzeitig stärkerem chemischem Umbau.

Ottrelithphyllite mit porphyroblastischen Ottrelithen in kryptokristalliner Grundmasse von Quarz und Sericit.

Ottrelith-Glimmerschiefer, neben Ottrelith tritt vor allem auch Sismondin auf. Hauptgemengteile sind Quarz, Sericit, Graphit, Chlorit; Accessoria: Rutil, Calcit, Limonit und Turmalin.

Granat-(Disthen)-Ottrelith-Glimmerschiefer. Granat, Ottrelith, Disthen, (Turmalin) als Porphyroblasten; im Grundgewebe: Quarz, Sericit, Rutil, Graphit.

Wenn auch Struktur- und Texturbeschreibungen nicht allzu detailliert sind, so ist ihnen doch zu entnehmen, dass das Gefüge dieser

---

[1]) NIGGLI, P., Die Chloritoidschiefer und die sedimentäre Zone am NE-Rande des Gotthardmassivs. 1912.

Gesteine sich mit dem deckt, was durch NIGGLI eingehend beschrieben worden ist. Grundmasse ist in S-Form in die Porphyroblasten eingeschlossen. Ottrelith hat als Einschluß nur Rutil; bei mehr phyllitischen Typen mit Sanduhrformen der Ottrelithe kommt noch Quarz und Sericit hinzu, ebenso treten die bekannten Streckungshöfe auf.

Ein Unterschied gegenüber den Chloritoidschiefern des östlichen Gotthardmassives besteht allein darin, dass hier neben Sprödglimmer noch Granat und Disthen als Porphyroblasten auftreten; doch ist hiefür nicht der Chemismus des Eduktes, sondern die etwas tiefere Zonenlage verantwortlich zu machen, was durch weitere Beobachtungen bestätigt wird. Disthen und Granat (Al-Fe-Granat) scheinen Chloritoid faciell zu vertreten.

Diese besonders prägnanten Ottrelithschiefer sind bisher nur aus Zentral- und SE-Celebes bekannt geworden; in S-Celebes wurden sie noch nicht beobachtet.

c) Die Glimmerschiefer

Sie sind nicht besonders häufig beobachtet worden und neigen ihrer Ausbildungsweise nach eher zur Epi- als zur Mesozone. Als leitende Übergemengteile können auftreten: Granat, Turmalin, Glaukophan, Hämatit und Graphit. Es bestehen zahlreiche Übergangsformen zu Ottrelith-Glimmerschiefern, Kalk-Glimmerschiefern und Glaukophangesteinen. Von den Glimmern ist nur der farblose Muskowit-Sericit vertreten. Bezeichnend ist stets der hohe Graphitgehalt.

Sericitschiefer werden oft angeführt und leiten über zu den Sericit-Quarzitschiefern. Sie scheinen im Kruijtgebirge besonders häufig zu sein.

Granat-Glimmerschiefer, z. T. Glaukophan führend, sind aus dem Fennemagebirge bekannt.

Graphit-Glimmerschiefer, z. T. ebenfalls glaukophanhaltig, sind sowohl von Zentral- als von SE-Celebes beschrieben worden (vgl. Abschnitt „Glaukophangesteine").

Turmalin-Glimmerschiefer mit Quarz, Turmalin, Muskowit und Albit. Vereinzelt.

Muskowit-Albitgneis stellt den einzigen Vertreter der Gneisgruppe dar.

Ein Teil der Glaukophan führenden Gesteine ist ihrem Chemismus nach zweifellos hier unterzubringen, soll aber gesondert im Abschnitt „Glaukophangesteine" besprochen werden.

3. Die Magnesiumsilikatschiefer

Diese Gesteinsfamilie ist nur sehr spärlich vertreten und zwar anscheinend allein im östlichen Teil des Grundgebirges, in der den Basisch-Eruptivmassen vorgelagerten Zone. Es sind durchwegs Epigesteine, die nirgends näher beschrieben sind:

Chloritschiefer,
Talk- und Talk-Sericitschiefer (anscheinend in grosser Verbreitung).

Die Talkbestimmung dürfte immerhin revisionsbedürftig sein.

Was an Meso-Gesteinen aus dieser Gruppe angeführt wird (Hornblendefels), gehört wahrscheinlich schon in den Bereich der überschobenen (?), basischen Eruptiva.

4. Die Kalksilikat-Gesteine und Marmore

Auch hier finden sich ausschliesslich Epi- und Mesotypen, die sich ohne weiteres an die Phyllit- und Glimmerschieferformation anschliessen lassen, von der sie einzig der Calcitgehalt unterscheidet. Marmore wurden in den meisten Massivteilen gefunden (Tanette-Massiv, Latimodjong-Gebirge, westliches Gneisgebiet, Fennema-Gebirge, Mauton, SE-Celebes); meist führen sie etwas Glimmer und scheinen vorwiegend Epigesteine zu sein.

Kalk-Glimmerschiefer,
Kalk-Disthen-Glimmerschiefer,
Kalkphyllite (mit und ohne Glimmer, meist mit Graphit), häufig gefältelt,
Marmore.

Kalksilikate in solchen Gesteinen, wie Monticellit, Skapolith, Grossular gehören zu den Seltenheiten.

5. Quarzitische Gesteine

Wenn sie auch an Masse zurücktreten, so haben sie doch weiteste Verbreitung und machen einen ebenso geschlossenen Eindruck wie die phyllitische Gruppe. Wie diese zeigen auch die quarzitischen Gesteine Epicharakter mit starker Tendenz zur Mesozone. Übergangstypen bestehen nach den verschiedensten Seiten hin, vor allem nach den Tonerdesilikat-Gesteinen, nach den glaukophanreichen Gesteinen und, wie die japanischen Verhältnisse zeigen, nach der Kalksilikat-Gruppe.

(Epi)-Sericit-Quarzite sind wohl am häufigsten. Stets sind sie deutlich schiefrig und zeigen Kataklase des Quarzes. Erz ist fast immer nachzuweisen, akzessorisch häufig sind Chlorit und Graphit.

Piemontit-Sericit-Quarzite. Sie sind in einem früheren Abschnitt eingehend beschrieben worden und es wurde da auch aufmerksam gemacht auf die aus Japan bekannten Übergangstypen. Piemontit wird als typomorphes Mineral der Mesozone beschrieben, doch kommen wahrscheinlich doch nur deren höhere Lagen in Frage. Neben den Hauptmineralien treten noch auf: Granat, Erz, Zoisit und Chlorit. Kieselschiefer mit geringem Tonerde-, Kalk- und Mangangehalt dürften die Edukte sein.

Epidot-Chlorit-Quarzit. Der Mn-haltige Piemontit wird hier vertreten durch Epidot. Chlorit ist reichlich vertreten, im übrigen ist der Mineralbestand ein ähnlicher wie bei den Piemontit-Quarziten. Dieses Gestein ist nur von einer einzigen Lokalität bekannt.

Glaukophan-Quarzite. Beispiele dieser Gesteinsart wurden ebenfalls im ersten Abschnitt näher beschrieben und sollen im nächsten nochmals diskutiert werden. Sie scheinen in engem Verband mit den Piemontit-Quarziten vorzukommen.

Ottrelith-Sericit-Quarzite als extreme Glieder der Ottrelithschiefer sind hier anzuschliessen.

Hämatit-Sericit-Quarzite gehören zu den Seltenheiten.

Es zeigt diese Aufzählung also deutlich, dass in den Quarziten bei geringer Beimengung von Ca, Al, Fe, Mg, Mn, die die Gesamtanalyse in keiner Weise wesentlich beeinflusst, ausserordentlich typische Mineralien (Sericit, Piemontit, Epidot, Zoisit, Hämatit, Glaukophan, Ottrelith und Granat) in Form von Porphyroblasten entstehen können.

Inwiefern aber bei der Herausbildung des einen oder anderen Minerales der Chemismus des Eduktes oder besondere physikalische Verhältnisse eine Rolle spielen, ist vorläufig noch nicht mit Bestimmtheit zu sagen. Zum Teil schliessen sich diese Gemengteile gegenseitig aus, zum Teil kommen sie nebeneinander vor, jedenfalls aber sind sie ausserordentlich günstige „Empfindlichkeitsmesser". Da das Grundgewebe aus Quarz und Sericit in Beziehung auf Chemismus und physikalisches Verhalten bei geringer Aktivität (Quarz als Durch-

läufer) als Konstante betrachtet werden kann, so liefern gerade diese Gesteine ein sehr günstiges Feld für petrogenetische Studien.

6. Die Glaukophan führenden Gesteine

Ähnlich den Quarzit-Gesteinen gehören sie zum typischen Bestand des Grundgebirges von Celebes. Es scheinen die Bedingungen, die bezeichnend sind für das Grenzgebiet zwischen Meso- und Epizone, besonders förderlich für Glaukophanbildung zu sein. In vielen Fällen dürfte dann noch ein spezifischer Chemismus des Eduktes mitverantwortlich gemacht werden. Da wir hier über sechs Analysen verfügen, sei die Diskussion etwas weiter gefasst.

WASHINGTON (Lit. 34) und später GRUBENMANN (Lit. 23) haben auf Grund zahlreicher Analysen zwei Haupttypen von Glaukophangesteinen aufgestellt.

Erläuterung zu Tab. 1, Gesteinsanalysen (S. 491).

1. Glaukophanschiefer von Rumbia (Celebes). Anal. TILLMANN. WUNDERLIN, Nr. 204 (Lit. 20).
2. Glaukophanschiefer von Rumbia (Celebes). Anal. TILLMANN. WUNDERLIN, Nr. 205 (Lit. 20).
3. Glaukophanschiefer von Rumbia (Celebes). Anal. TILLMANN. WUNDERLIN, Nr. 206 (Lit. 20).
4. Glaukophanschiefer von Kamoi Kotan, Hokkaido, Japan. Anal. WASHINGTON, WASHINGTON, Nr. VIII (Lit. 34).
5. Gabbrodioritischer Magmentyp. NIGGLI (Lit. 24, pag. 40).
6. Glaukophan führender Graphit-Glimmerschiefer von Rumbia (Celebes). Anal. TILLMANN. WUNDERLIN, Nr. 207 (Lit. 20).
7. Glaukophan führender Graphit-Glimmerschiefer von Rumbia (Celebes). Anal. TILLMANN. WUNDERLIN, Nr. 224 a (Lit. 20).
8. Glaukophan führender Graphit-Glimmerschiefer von Rumbia (Celebes). Anal. TILLMANN. WUNDERLIN, Nr. 224 b (Lit. 20).
9. Glaukophan führender Sericit-Quarzitschiefer von Chihara, Prov. Iyo, Japan. Anal. KATO. SUZUKI, Nr. 14 (Lit. 33, pag 86).
10. Quarz-Glaukophanschiefer von Santa Catalina Island, Kalifornien. Anal. WASHINGTON. WASHINGTON, Nr. XII (Lit .34).
11. Piemontit-Sericit-Quarzitschiefer von Shirataki, Prov. Tosa, Japan. Anal. SUZUKI. SUZUKI, Nr. 19 (Lit. 33 ,pag. 87).
12. Sericit-Albitgneis von Fionnay, Val de Bagne, Schweiz. Anal. WOYNO. GRUBENMANN: Die kristallinen Schiefer, Nr. 14, pag. 177.
13. Muskowit-Glaukophanschiefer von Cafe Skarbeli, Hermoupolis, Syra. Anal. WASHINGTON. WASHINGTON, Nr. XI (Lit. 34).

Eine dritte Gruppe sei, mehr praktischen Bedürfnissen entsprechend, beigesellt:

a) Basische Gruppe mit chemischem Charakter von Gabbrogesteinen, Diabasen und Tuffen.

Tabelle 1. Gesteinsanalysen

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
SiO_2	47,20	49,22	52,00	48,88		55,65	62,96	64,44	72,30	74,48	73,94	62,06	58,26
TiO_2	2,18	1,55	2,11	3,90		1,62	0,67	1,20	0,10	—	0,64	0,94	1,37
Al_2O_3	16,80	14,17	19,45	13,44		23,35	19,86	11,71	12,80	9,15	7,41	17,62	16,21
Fe_2O_3	0,40	3,99	3,43	5,32		1,12	3,39	1,56	4,35	1,41	3,50	4,33	3,44
FeO	8,26	5,89	6,61	8,96		3,95	0,79	5,60	3,25	4,12	0,58	3,00	4,63
MnO	—	—	—	Spur		—	—	—	—	—	0,60	—	—
MgO	4,47	2,72	1,97	4,21		1,86	1,88	0,22	1,85	3,04	2,63	1,83	4,99
CaO	12,60	14,62	6,00	5,80		2,00	1,68	3,24	1,37	2,84	2,88	1,11	3,82
Na_2O	4,03	3,32	3,62	3,73		4,18	3,30	3,63	2,59	2,24	3,26	3,11	5,36
K_2O	0,12	0,97	0,25	1,71		2,19	1,95	1,29	1,53	0,43	1,64	3,42	0,39
H_2O	3,70	3,20	3,20	3,78		4,48	5,04	3,15	0,56	2,14	1,40	3,24	1,20
	99,76	99,65	98,64	99,73		100,40	101,52	96,04 (?!)	100,70	99,85	99,48	100,66	99,67
Molekularwerte nach NIGGLI													
si	114	123	160	129	135	197	262	309	435	374	395	245	177
al	24	21	35	21	24,5	49	49	33	35	27	23	41	29
fm	34	30	34	48	42,5	24	25	29	41	46	42	34	42
c	32	39	20	18	23	8	7	17	7	15	15	4,5	13
alk	10	10	11	13	10	19	19	21	17	12	21	20,5	16
al-alk	14	11	24	8	14,5	30	30	12	18	15	2	20,5	13
k	0,02	0,16	0,05	0,23	0,28	0,25	0,30	0,20	0,28	0,11	0,24	0,42	0,04
mg	0,48	0,34	0,27	0,36	0,50	0,40	0,32	0,05	0,32	0,50	0,47	0,32	0,54
ti	4	2,8	4,9	—	—	—	2,0	4,3	—	—	—	2,8	3
c/fm	0,94	1,30	0,58	0,37	0,57	0,33	0,29	0,60	0,17	0,33	0,37	0,14	0,31
Tetraederschnitt	V	VI	IV	III	IV	III	III	IV	II	III	III	II	III

b) Saure Gruppe, mit der Zusammensetzung von Quarzsandsteinen oder Kieselschiefern; sedimentogen. Ist bedeutend seltener als die erste Gruppe.

c) Glaukophan führende Übergangstypen, in denen Glaukophan akzessorisch auftritt und deren Chemismus von a) und b) stark abweichend ist.

WUNDERLIN (Lit. 20) hat sechs Glaukophan führende Gesteine von Rumbia (SE-Celebes) analysiert. Es ist an anderer Stelle bereits darauf hingewiesen worden, dass Rumbia reich ist an basischen Eruptiva, eine Tatsache, die hier nicht übersehen werden darf, wenn auch ein engerer Zusammenhang zwischen diesen Eruptiva und den Glaukophangesteinen nicht näher bekannt ist.

Drei der Analysen (Nr. 1, 2 und 3 der beigefügten Tabelle und Nr. 204, 205 und 206 bei WUNDERLIN) erstrecken sich auf Glaukophanschiefer mit folgendem Mineralbestand:

Nr. 204 (Analyse 1) Glaukophan, ca. die Hälfte des Gesteins ausmachend, Chlorit, Zoisit, Plagioklas (Albit?), brauner Augit, Titanit.

Nr. 205 (Analyse 2) führt ausserdem noch Omphacit, Epidot, Muskowit, Biotit und Granat.

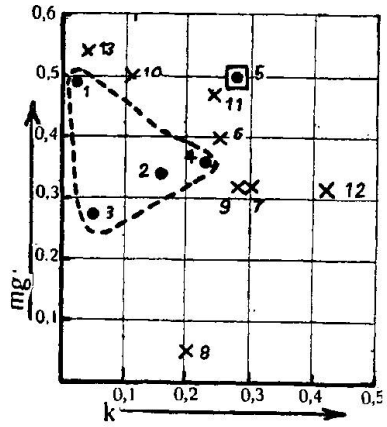
Nr. 206 (Analyse 3), wie 204, aber ohne Augit, mit wenig Granat und Pyrit, stark schiefrig.

Quarz wird nirgends erwähnt. Wie die Tabelle und die Diagramme zeigen, fallen diese drei Analysen in den Bereich typischer Glaukophangesteine der basischen Gruppe. Die si-Werte sind niedrig, klein sind ebenfalls al und k, relativ hoch ist c. Der Gehalt an Epidot und Granat in Nr. 205 scheint sich in einem besonders hohen c zu äussern. Vergleichsweise wurde ein japanischer Glaukophanschiefer (Nr. 4) herbeigezogen; seine chemische Zusammensetzung deckt sich durchaus mit derjenigen der Celebes-Gesteine; einzig der besonders niedrige k-Wert (Mangel an Sericit-Muskowit) scheint diese letztern noch besonders zu kennzeichnen.

Es bilden diese Gesteinsanalysen (Nr. 1, 2, 3 und 4) ein geschlossenes kleines Feld, in das hinein auch die Werte vom gabbrodioritischen Magmentypus (Nr. 5) fallen (vgl. Fig. 2, 3 und 4). Eine Ableitung von Eruptivgesteinen, speziell der Kalk-Alkalireihe, liegt, wie dies schon GRUBENMANN (Lit. 23) und MILCH (Lit. 38) dargetan haben, im Bereich der Wahrscheinlichkeit.

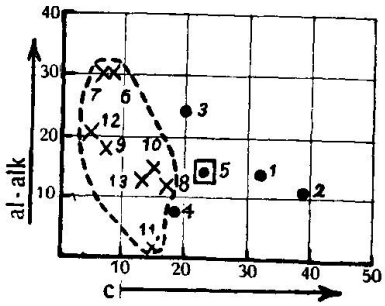
Die drei weiteren Analysen von WUNDERLIN (Nr. 6, 7 und 8 der Tabelle und 207, 224 a und 224 b bei WUNDERLIN) zeigen nun ein ganz anderes Bild.

Es sind Glaukophan führende Graphitglimmerschiefer, ebenfalls von Rumbia, z. T. aus grosser Nähe der Glaukophanschiefer stammend. Der Mineralbestand ist einheitlich: Quarz,



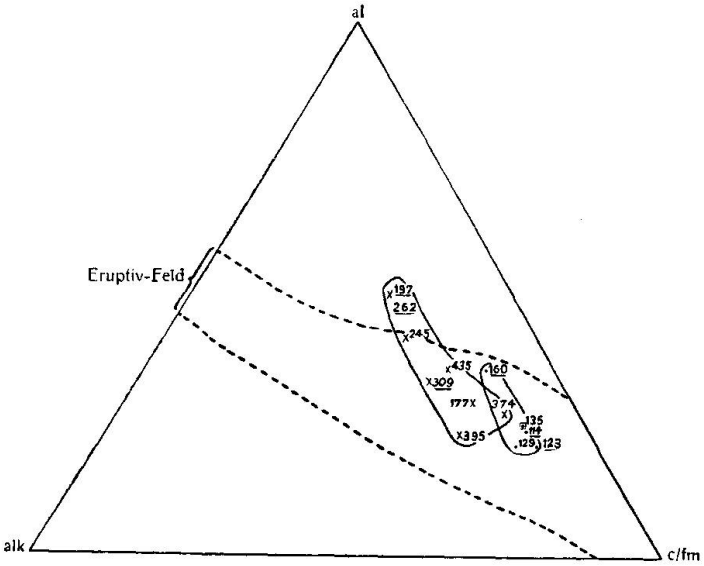
k-mg Diagramm.

Fig. 2.



c/(al-alk) Diagramm.

Fig. 3.



al, alk, c/fm-Diagramm.

Fig. 4.

Muskowit, Graphit, Glaukophan und akzessorisch in 224 etwas Granat und Pyrit. Die Gesteine sind ausgesprochen schieferig; Quarzlagen wechseln mit Sericit-Glaukophanschnüren.

Schon der Mineralbestand lässt einen andern Chemismus als bei den oben angeführten Glaukophaniten erwarten.

Die si-Werte sind sehr hoch und schwanken beträchtlich (Quarzgehalt), höher als bei der vorigen Gruppe ist ferner al und k (Seri-

cit), relativ klein ist c. Der Glaukophan hat keinen besonders deutlichen Einfluss auf den Gesamtchemismus; so weist z. B. ein Sericit-Albitgneis aus dem Val de Bagne (Nr. 12) oder ein Piemontit-Sericit-Quarzit aus Japan (Nr. 11) (fällt einzig durch ein kleines al auf) eine ähnliche Zusammensetzung auf. Alkalireiche Muskowitschiefer geben eine analoge Verteilung der NIGGLI-Werte. Vergleichsweise wurden noch Analysen von Quarz-Glaukophangesteinen aus Japan und Kalifornien, sowie ein Übergangstyp (mit si 177), ebenfalls aus Kalifornien, in die Berechnung und Darstellung mit einbezogen, und es zeigt sich, dass sich die Celebes-Gesteine in keiner Weise vor ihnen auszeichnen.

Jedenfalls aber fällt diese ganze Gruppe mit ihren hohen si-Werten ausserhalb das Eruptivfeld der Tetraederschnitte II, III und IV. Charakteristisch ist ferner eine relativ grosse Streuung.

Es liegen also sedimentogene Derivate vor, die der sog. sauren Gruppe WASHINGTONS angehören.

Die Verschiedenheit der beiden Gruppen, vertreten durch die Celebes-Gesteine, lässt sich sehr schön an den drei Diagrammen, die ohne weitere Erläuterungen für sich sprechen mögen, zeigen; sie sei aber hier nochmals übersichtlich zusammengestellt:

	Basische Gruppe	Saure Gruppe
si	114—160	177—435 (viel Quarz)
al	21— 35	27— 49 (reichlich Sericit)
c	18— 39 (Granat, Epidot ?)	8— 15 (bei hohem si !)
alk	10— 13	12— 21
k	0,02—0,23	0,11—0,30 (Sericit)
fm und mg	zeigen keine bedeutende Unterschiede.	

Auffällig ist nun, dass beide Gruppen meist zusammen auftreten, dass also irgendwie eine genetische Beziehung herrscht (Oregon, Kalifornien, Griechenland, Japan, Val de Bagne, Celebes). Übergangstypen sind auffälligerweise nur selten bekannt geworden.

GRUBENMANN hat auf theralithische Eruptiva und Tuffe als Ausgangsmaterial hingewiesen. Warum dann aber diese Ausbreitung über enorme Distanzen bei geringer Mächtigkeit, dieses enge Verbundensein mit Quarziten und speziell Piemontitquarziten in Celebes und Japan? Der Fragen sind noch viele; jedenfalls dürfte die chemische Analyse nicht das letzte Wort sprechen. Der Gedanke, dass es sich hier um besondere Ausgangssedimente (Tiefsee?), die unter heute nicht mehr kontrollierbaren Bedingungen (wobei eine eruptive Tätigkeit nicht zum vornherein ausgeschlossen sei) entstanden sind, lässt sich nicht ohne weiteres von der Hand weisen.

Es bleibt hier noch übrig, alle in Celebes gefundenen Glaukophangesteine in den eben gegebenen Rahmen zu stellen. Wie bereits gezeigt wurde, genügt zu diesem Zweck in hohem Masse die Kenntnis des Mineralbestandes.

a) Die basische Gruppe

Zumeist Vertreter der Epi-Amphibolitgruppe

Granat-Glaukophanit (mit Epidot, Aktinolith, Chlorit, Albit),
Prehnit-Glaukophanit } mit Calcit und Titanit,
Glaukophan-Prehnitit }
Lawsonit-Glaukophanit, mit Chlorit und wenig Quarz,
Glaukophanschiefer,
Muskowit-Glaukophanschiefer (mit ? Lawsonit),
Glaukophanprasinit mit Epidot, Zoisit, Albit,
Chlorit-Glaukophan-Lawsonitschiefer, mit Hornblende und Titanit.

Mesozone:
Augit-Lawsonit-Glaukophanit (Lit. 9, pag. 342).

Diese Gesteine haben ihre Hauptverbreitung im Fennemagebirge und dessen Fortsetzung in SE-Celebes. Sie scheinen im äussersten Osten (Kruijt-Gebirge) und im Gneis-Gebiet zu fehlen. Ein von VON STEIGER (Lit. 14) beschriebener Typ aus dem Pangkadjene-Massiv dürfte vielleicht hier anzuschliessen sein.

Glaukophan scheint hier typomorph zu sein für das Grenzgebiet Epi-Mesozone, während der chemisch verwandte Lawsonit einem etwas höheren Bereich angehört und vor allem in Verband mit Chlorit und Epidot auftritt.

b) Die saure Gruppe

Sie ist repräsentiert durch die von WUNDERLIN analysierten Glaukophan-Glimmerschiefer und die im ersten Teil näher beschriebenen Glaukophan-Sericit-Quarzitschiefer aus dem Pangkadjene-Massiv.

Weitere Paragesteinstypen dieser Art, zum Teil schon Übergänge nach andern Gruppen darstellend, sind:

Glaukophan-Granat-Graphit-Glimmerschiefer,
Glaukophan-Muskowitschiefer,
Glaukophan-Sericit-Quarzitschiefer,
Glaukophangarbenschiefer.

Sie alle zeichnen sich durch hohen Quarzgehalt und Reichtum an Ca-, Al-, Fe-Silikaten aus. Das Verbreitungsgebiet dieser Gruppe ist das nämliche wie für die basischen Glaukophangesteine.

7. Crossit-Gesteine

Vermutlich in engerem Verband mit den chemisch verwandten Glaukophangesteinen steht auf Celebes die nur durch wenige Angaben belegte Gruppe der Crossitgesteine.

Crossitschiefer und Crossit-Quarzite vom Possosee führen reichlich Quarz, Albit und Sericit. Mit Crossit verwachsen ist Hastingsit.

Crossit-Lawsonit-Sericit-Albitschiefer, nach Gisolf ein Vertreter der Chloromelanitgruppe, wurde ebenfalls am Possosee gefunden; mit Calcit, Sericit und ? Quarz.

Crossit-Aegirin-Gneis stammt aus dem Lewulu-Kristallin.

8. Die basischen Gesteine (Amphibolitgruppe)

Basische Gesteine haben auf Celebes eine Verbreitung wie vielleicht nirgends auf der Erde; allein sie sind in ihrer Riesenmasse gebunden an das östliche Überschiebungsgebiet (Peridotite, Norite, Gabbros, Diabasporphyrite und Diabase). In diesem Bezirk ist, wenn man von einigen Ausnahmen absieht (Amphibolite, Granat-Amphibolite auf Buton, Plagioklas-Amphibolite in Ost-Celebes), eine prägnante Metamorphose nicht zu erkennen. Serpentinisierung, Brecciembildung, Flasergabbros sind streng lokalisiert an tektonisch aktiv gewesene Zonen.

Diesen enormen Massen stehen nur ganz sporadische Vorkommnisse im kristallinen Grundgebirge und der ganzen „Vorland"-Zone gegenüber; kleine Stöcke von Gabbros und Peridotiten im äussersten Westen und im Südwesten (Rumbia), etwas reichlicher dann Diabase und etwas weiter verbreitet, aber doch immer noch sehr sporadisch, Amphibolite.

Diabase und ihre Abkömmlinge bilden den Rahmen des Gneisgebietes von Mauton, haben grossen Anteil am Aufbau des Latimodjong-Gebirges und finden sich normal eingeschaltet und syngenetisch als Schalsteine, Diabaslager in den Sedimenten der Tinomboformation.

Die Reichhaltigkeit an basischen Gesteinen — von den tertiären Basalten ganz abgesehen — ist also sehr gross; die Zusammenhänge, das Alter ist zumeist ungeklärt.

Es sind auch wiederum diese basischen Gesteine, die in einem gewissen Sinn das Faciesbild zu stören scheinen, und dem Epi- bis Mesocharakter nicht immer angepasst sind. Man steht also hier vor Fragen, wie sie in den Alpen ebenso brennend und ebenso ungelöst

sind und wo die Tektonik noch ein Übriges zur Komplikation hinzufügt [2]).

Zur Klärung all dieser Fragen verhelfen allein sehr präzise Feldaufnahmen in tektonisch nicht allzu komplizierten Gebieten und in Verband mit exakten Mineralfaciesstudien.

a) Kata-Gesteine

Falls man den Eklogit zu den metamorphen und nicht zu den primärmagmatischen, autometamorphen Gesteinen stellen will, sind in dieser Kategorie folgende Vorkommen zu erwähnen:

Eklogit (injiziert), mit Wollastonit, Orthoklas, Quarz,
Eklogit-Amphibolit, gebändert,
Gastaldit-Eklogit,
Plagioklas-Augitfels, gebändert, mit bas. Plagioklas und Myrmekitbildung.

Der Gastaldit-Eklogit, wahrscheinlich der einzige einwandfreie Vertreter, stammt aus dem südlichen Fennema-Gebirge, die übrigen drei, die alle Kontakteinflüsse zeigen, aus dem westlichen Gneisgebiet.

b) Meso-Gesteine

Augit-Amphibolite,
Plagioklas-Amphibolite.

Diese Gesteine machen nach Gisolf zum grossen Teil den Eindruck kontaktmetamorph veränderten Ausgangsmateriales. Im Gegensatz zu den nicht metamorphen Gabbrogesteinen ist der Titanitgehalt recht gross, eine Tatsache, die auch für alpine Amphibolite nachgewiesen wurde. Eine Bänderung ist verbreitet, Kataklase fehlt im allgemeinen. Derartige Amphibolite sind fast ausschliesslich im westlichen Gneisgebiet gefunden worden, vereinzelt auch in SE-Celebes und im Gebiet des Matano-Sees.

Epidot-Uralitschiefer,
Epidot-Amphibolite.

Arm an Feldspat und reich an Epidot, stammen diese Gesteine aus dem südlichen Fennemagebirge und dem Seengebiet.

Granat-Amphibolite,
Granat-Augit-Amphibolite,

mit Epidot und etwas farblosem Glimmer; das Vorkommen dieser Gesteine auf SE-Celebes scheint beschränkt zu sein.

---

[2]) E. Kündig, Beiträge zur Geologie und Petrographie der Gebirgskette zwischen Val Calanca und Misox. Schweiz. Min. Petr. Mitt., Bd. **VI**, 1926, 294.

Lawsonit-Amphibolit
wird durch KOPERBERG aus dem Kruijt-Gebirge beschrieben (Kali Tomasa).

Nach den Angaben zu urteilen, handelt es sich bei zahlreichen von diesen Gesteinen um kataklastische und schiefrige Gabbroabkömmlinge, die dann eher der Epizone zuzurechnen wären. Die Vorkommnisse sind fast ganz beschränkt auf die süd-östlichen und westlichen Randgebiete, also auf Zonen, in denen die Zugehörigkeitsverhältnisse nicht immer eindeutig sind.

c) Epi-Gesteine

Diese Gruppe umfasst vier natürliche Familien, von denen die eine allerdings, die Feldspat führenden Kalk-Natrongesteine, die chemisch genommen eine etwas andere Stellung einnimmt, in Celebes aber nur im Verband mit den drei übrigen beobachtet werden kann.

aa) Die Epi-Amphibolite
Albit-Uralit-Amphibolite,
Zoisit-Uralit-Amphibolite,
sind gefunden worden im Gneisgebiet des obern Masupu, im Latimodjong-Gebirge und in der Umgebung des Matano-Sees.

bb) Die Epidot-Chloritschiefer

Als Abkömmlinge von Diabasen und in solche sukzessive übergehend haben diese Gesteine weite Verbreitung. Besonders zahlreich sind sie beobachtet worden im Latimodjong-Gebirge, im Verband mit Gabbroschiefern, Uralitgabbros und Gabbro-Breccien. Regelmässig findet sich in ihnen als typisches Mineral der Lawsonit, auch ist häufig noch die ursprüngliche Diabasstruktur erkennbar. Neben Calcit und Quarz tritt noch Albit auf, vereinzelt wurde auch Glaukophan beobachtet.

Ein zweites, wichtiges Verbreitungsgebiet, in welchem alle Übergänge vom Epidot-Chloritschiefer zum normalen Diabas in serialer Anordnung vorkommen, ist der NE-Rand des Gneis-Gebietes von N-Celebes (Mauton).

Hornblende-Epidotschiefer, z. T. mit Quarz,
Fleckenschiefer mit Epidot, Aktinolith und Quarz, in Aphanite übergehend,
Chloritschiefer,
„Grünschiefer",

sind die wesentlichsten Komponenten. Ferner bestehen Übergänge zu den Epidot-Albit-Gneisen.

Im nördlichen Fennema-Gebirge, im westlichen Gneisgebiet, in SE-Celebes und im Pangkadjene-Massiv ist das Auftreten dieser Gesteine mehr sporadisch.

cc) Epidot-Albit-Gneise

Aus dem Pangkadjene-Massiv sind sie im ersten Abschnitt eingehender beschrieben worden, im übrigen haben sie ein ähnliches Verbreitungsgebiet wie die vorhergehende Gruppe. ABENDANON fand im Latimodjong-Gebirge neben solchen Gesteinen auch Lawsonit-Albit-Gneis und Epidotphyllite. Zum Teil dürften hier auch Paragesteine vorliegen.

dd) Flasergabbros, Uralitgabbros, Uralit-Diabase, Serpentine

d. h. Eruptiva, die eine mechanische, seltener auch Anfänge einer chemischen Metamorphose durchgemacht haben und gewöhnlich in normale Gesteine übergehen, sind in den Randgebieten verbreitet und meist enge verbunden mit Epidot-Chloritschiefern, Epidot-Albit-Gneisen und Verwandten.

D. Generelle Charakterisierung der metamorphen Gesteine

Fasst man die Resultate der detaillierten Darstellung kurz zusammen, so gelangt man für Celebes zu folgenden allgemeinen Feststellungen:

Das Grundgebirge von Celebes besteht im wesentlichen aus praecarbonischen Sedimenten, die vormesozoisch eine tiefgreifende Metamorphose durchgemacht haben. Mächtigkeit und laterale Ausdehnung dieser Sedimentserie sind gross. Es handelt sich vorwiegend um Tonschiefer, wechsellagernd mit quarzitischen Sandsteinen, Kieselschiefern, Kalken und Mergeln. Basische Eruptiva, deren Altersverhältnis nicht näher bekannt ist, sind lokal beschränkt, können aber reichlich auftreten. Zum Teil sind sie sicher jünger als das Grundgebirge. Saure Intrusiva sind nur aus den heutigen Randgebieten bekannt und haben beschränkten Anteil an der aufgeschlossenen Masse. Daneben bestehen aber, ebenfalls an diese Randgebiete gebunden, junge Eruptivstöcke, wohl meist mesozoischen Alters und zwar im Westen vorwiegend saure, im Osten mehr basische. Die grossen basischen Eruptivmassen sind an die mesozoische Geosynklinalzone geknüpft.

Das Grundgebirge ist von einer alt-mesozoischen Flyschserie bedeckt, die von einer zweiten Metamorphose leicht erfasst wurde.

Die Grundgebirgsmetamorphose machte aus der Sedimentserie in grosser Einheitlichkeit Gesteine, die den Stempel von Bedingungen tragen, wie sie ins Grenzgebiet zwischen Epi- und Mesozone fallen. Reliktmineralien sind selten, aber eine starke Durchbewegung vermochte eine grosse Zahl typomorpher Neubildungen zu schaffen:

Glaukophan, Lawsonit, Ottrelith, Piemontit.

So entstand eine typische Mineralfacies, die neben einer Anzahl verbreiteter Gesteinstypen auch einige besondere umfasst:

Allgemeiner Typ	Besonderer Typ
Phyllite	Ottrelithschiefer
Glimmerschiefer	Glaukophan-Glimmerschiefer
Sericit-Quarzite	Glaukophan-Sericit-Quarzite Ottrelith-Quarzite Crossit-Quarzite Piemontit-Quarzite
Epidot-Chloritschiefer	Glaukophanite
Epidot-Albit-Gneise	—
Marmore	—

Die Entstehung nun solch besonderer Typen innerhalb der isophysikalischen Gesteinsserien ist zum Teil besonderen Faciesverhältnissen zu verdanken, zum Teil auf den besonderen Chemismus der Ausgangssedimente zurückzuführen. Stoffzufuhr durch magmatische Tätigkeit dürfte bei der grossen Ausbreitung der Typen und der besonderen serialen Anordnung kaum in Frage kommen.

In all diesen Punkten nehmen die Randgebiete eine Ausnahmestellung ein. Ihre Gesteine gehören zur Kata- bis Mesozone, und es ist hier mit einer starken Injektion und Aufschmelzung zu rechnen.

Noch durchaus unaufgeklärt und in Celebes so typisch wie in Japan ist das enge seriale Verbundensein gewisser besonderer Gesteinstypen, wie von Piemontit-Quarziten mit Glaukophan-Sericit-Quarziten und Epidot-Albitgneisen.

Überblickt man auf diesen Grundlagen das heute erschlossene Celebes, so lässt sich das Grundgebirge in folgende natürliche Einheiten aufteilen:

Nord-Celebes: Selbständiger Typus. Mesogesteine herrschen vor, starker Anteil der Orthogesteine.

West-Celebes: Orthoderivate herrschen vor, starke Aktivität zu allen Zeiten. Kata- bis Mesogesteine.

Süd-Celebes: Die sedimentogene Meso-Epifacies tritt als reiner Typus auf. Es fehlt die Gruppe der Tonerde-Silikatgesteine.

Latimodjong-Gebirge: Jüngere orogenetische Aktivitätsphasen haben hier stark mitgewirkt. Die Hauptrolle spielen Derivate basischer Eruptiva. Von den typischen Gesteinen des Grundgebirges sind nur Tonerde-Silikat- und Quarzitgesteine spärlich vertreten.

Zentral- und SE-Celebes: Hier vor allem tritt die beschriebene metamorphe Sedimentserie in ihrer typischen Ausbildung auf. Eine bestimmte Anordnung, von der man nicht sicher weiss, ob sie stratigraphisch bedingt ist, scheint in Ost-West-Richtung, d. h. quer zum allgemeinen Streichen, zu bestehen.

E. Verwandte Provinzen

Es war zum vornherein gegeben, dass bei der besonderen Eigenart des Grundgebirges von Celebes, wie sie in den vorangegangenen Abschnitten herausgearbeitet wurde, Umschau zu halten war nach ähnlichen und homologen Provinzen.

Und da ist ein Vergleich vor allem gerechtfertigt mit der durch SUZUKI (Lit. 33) so vorzüglich charakterisierten und durch zahlreiche Analysen belegten Gesteinsserie der Insel Shikoku (Japan).

Es wird hier das Kristallin, die Sambagawan-Serie, von der man sicher weiss, dass sie vor dem Karbon gebildet worden ist, in zwei deutlich getrennte Serien aufgeteilt: die jüngere, hängende Besshi-Serie und die ältere, liegende Oboké-Serie. Ihr Gesteinsbestand ist folgender (nach SUZUKI):

A. die Besshi-Serie
  a) Grünschiefer
    1. Albit-Epidot-Chloritschiefer,
    2. Amphibol-Chloritschiefer,
    3. Amphibolite,
    4. Granat-Amphibolite,
    5. Eklogite,
    6. Albit-Zoisit-Amphibolite,
    7. Aktinolithschiefer,
    8. Serpentin,
    9. Epidot-Glaukophanschiefer,
    10. Glaukophanite,
    11. Sericit-Glaukophanschiefer.

b) Quarzitische Schiefer
1. Sericit-Quarzitschiefer,
2. Glaukophan-Sericit-Quarzitschiefer,
3. Epidot-Quarzitschiefer,
4. Piemontit-Quarzitschiefer,
5. Hämatit-Quarzitschiefer,
6. Graphit-Quarzitschiefer.

c) Kalkreiche Schiefer
1. Sericit-Calcit-Quarzschiefer,
2. Piemontit-Sericit-Calcit-Quarzitschiefer,
3. Marmor.

B. die Oboké-Serie
1. sog. Oboké-Gneise (vermutlich metamorphe saure Laven und Tuffe),
2. Graphitschiefer,
3. Grünschiefer,
4. Konglomeratschiefer.

In diesen Gesteinen bildet Cu-Pyrit und Kupferkies bedeutende Erzlagerstätten.

Diese ganze Sambagawan-Serie setzt im mittleren Hondo ein und kann auf dieser Insel mit kleinen Unterbrechungen auf über 500 km verfolgt werden. Ihre Hauptentwicklung erreicht sie auf der Insel Shikoku bei einer Länge von abermals 300 km, endlich setzt sie sich noch nach SW auf die Insel Kiushiu fort (Glaukophanschiefer, Graphitschiefer, Sericitschiefer).

Einzelne der Horizonte, so zum Beispiel die Piemontitschiefer, haben eine laterale Ausdehnung von über 20 km und sind häufig als Leithorizonte im ganzen System benutzt worden.

Detaillierte Profile, wie sie hier besonders verdankenswert sind, zeigen, dass die seriale Anordnung durchaus nicht etwa oben gegebener Aufzählung folgt. Horizonte der Grünschiefergruppe wechsellagern mit Quarziten und kalkreichen Gesteinen.

Eine stratigraphische Aufteilung zeigt folgendes Bild (nach Koto):

a) Obere Gruppe:
Epidot-Gneis,
Graphit-Gneis,
Sericit-Gneis.

b) Mittlere Gruppe:
Chlorit-Amphibolite,
Graphitschiefer.

c) Untere Gruppe:
Sericitschiefer,
Piemontitschiefer.

Ferner treten, genau wie in Celebes, auch zahlreiche jüngere Derivate von basischen Eruptiva auf.

Vergleicht man nun die Besshi-Serie, von der SUZUKI das ausgesprochen isophysikalische, aber heterochemische Verhalten hervorhebt, mit den nun beschriebenen Gesteinen von Celebes, so muss die grosse Übereinstimmung, die bis ins kleinste Detail zu gehen scheint, wirklich überraschen. Nicht nur dürfen wir für beide Facien gleiche Edukte bei ähnlicher serialer Anordnung, sondern gleiche Bedingungen auch im Verlauf der Metamorphose voraussetzen. Besshiserie (Japan) und Pangkadjeneserie (etwa so zu nennen nach der erstbekannten und bestbekannten Lokalität: Pangkadjenefluss) in Celebes sind homologe Serien.

Was in Japan fehlt, das ist die Gruppe der Ottrelithschiefer. Aus der Besshi-Serie sind sie nicht bekannt, wohl aber (SUZUKI, Lit. 32) aus dem Abukuma-Bergland in NE-Japan. Es besteht auch die Möglichkeit, dass diese Gesteine, wie vielleicht auch im Pangkadjene-Massiv, als Jüngstes der postkarbonischen Erosion zum Opfer gefallen sind.

Was hier aber nochmals besonders hervorgehoben sei und was sowohl für Celebes als für Japan gilt, das ist die enorme laterale Ausdehnung auch verhältnismässig wenig mächtiger Horizonte, eine Tatsache, die für ganz besondere Sedimentationsbedingungen spricht.

Man frägt sich natürlich, ob nun diese starke Übereinstimmung eine äusserliche, rein analoge oder eine innerlich begründete, eine homologe sei. Und da ist immerhin mit der Möglichkeit zu rechnen, dass das östliche Randgebiet des heutigen asiatischen Kontinentes in praecarbonischer Zeit einen wesentlich N—S gerichteten Sedimentationsraum aufwies und als hercynisches Orogen einer einheitlichen Metamorphose anheimfiel. Ob nun die einzelnen stratigraphischen Horizonte von Celebes bis Japan zu verfolgen sind, ist eine Frage, die noch zu prüfen ist. Ähnliche Erscheinungen sind ja auch im alpinen Bogen zu beobachten (die südalpine Kreide-Jurafacies des Tessins deckt sich mit der gleichaltrigen Facies von Buton bis ins kleinste Detail). Nach den allgemeinen Erfahrungen nicht besonders auffällig ist, dass dieser alte ostasiatische Sedimentationsraum auch in der weitern geologischen Geschichte ein überall gleiches Schicksal erlitten hat.

Sucht man zum Schluss noch die Bindeglieder zwischen Japan und Celebes, so tritt, wenn auch mit grossen Unterbrechungen, überall wieder Kristallin auf, das mit seinem Streichen die grosse Hauptrichtung andeutet.

Auf den Philippinen (SMITH, Lit. 13) ist kristallines Grundgebirge an verschiedenen Punkten aufgeschlossen (kaum handelt es sich, wie SMITH postuliert, um metamorphe, tertiäre Sedimente).

Sericit-Quarzitschiefer	Glimmerschiefer
Amphibolite	Gneise
Magnetitschiefer	Phyllite
Marmor	

Auch Formosa (Taiwan) besitzt auf seiner Ostseite einen wohlentwickelten Kristallinzug mit Chloritschiefern, Graphitschiefern und Sericitschiefern.

Ebenso werden von den Riu Kiu-Inseln Okinawa, Tokunoschima und Öschima kristalline Gesteine beschrieben.

Eine grosse Ähnlichkeit mit der Pangkadjene-Serie zeigen auch die Gesteine des Val de Bagne (Wallis). Es fehlen zwar in dieser Serie die quarzitischen Glieder, anderseits aber sind die Chloritoidschiefer vertreten.

Val Maira (Piemont), Griechenland und Kleinasien, Kroatien und Kalifornien sind durch ihre Glaukophangesteine bekannt. Allein es fehlen für diese Gebiete die wünschenswert modernen Beobachtungen der engern und weitern Verbandsverhältnisse.

Sind solche einmal bekannt und liegen eingehende Beschreibungen der tektonischen und Verbands-Verhältnisse vor, so dürfte sich, besser als auf chemisch-analytischem Wege, die Aufstellung eines Welttypus ergeben, und die Fragen: Woher und wieso?, die dem Gesteinsverband Glaukophanschiefer - Piemontitschiefer noch stets anhaften, könnten auf diesem Wege einer Lösung zugeführt werden.

Zum Schlusse sei noch mein Dank ausgesprochen an Herrn Dr. FR. WEBER. Er leitete im Namen der Bat. Petr. Mij das Celebes-Unternehmen und machte mich erstmals auf die Musterkollektion von Geröllen in Makasser aufmerksam, die Veranlassung zu dieser Arbeit gab. Herrn Professor Dr. R. L. PARKER verdanke ich freundlichste Unterstützung bei den photographischen Aufnahmen der Dünnschliffe. Die ganze Arbeit aber steht im Zeichen dessen, was mir die früheren Studien bei Herrn Professor P. NIGGLI gegeben haben.

Eingegangen: 5. August 1932.

Erläuterung zur Tafel

Fig. 1

Ohne Nicols, Vergr. 35 fach, Glaukophan-Sericit-Quarzit, Geröll aus dem Pangkadjene-Massiv. Glaukophan in Basis- und Prismenschnitten, mit typischer Spaltbarkeit. Kleine xenoblastische Granatkörner. Epidot (oben und links) in gestreckten Körnern. Zentral im rechten untern Quadranten ein Turmalinkorn; Grundmasse Quarz und Sericit. Einschlüsse in Glaukophan: Quarz und Granat.

Fig. 2

Ohne Nicols, Vergr. 35 fach, Piemontit-Sericit-Quarzit. Piemontit als kleine idioblastische Prismen, Erzkörner, Grundmasse aus Quarz und Sericit. Geröll aus dem Pangkadjenefluss.

Fig. 3

Ohne Nicols, Vergr. 35 fach, Piemontit-Sericit-Quarzit, Geröll aus dem Pangkadjenefluss. Piemontitskelette, deren Umriss durch Erzbestäubung angedeutet. Grosse Erzkörner (Hämatit) und Grundmasse aus Quarz und Sericit.

Fig. 4

Ohne Nicols, Vergr. 35 fach, Piemontit-Granat-Sericit-Quarzit, Geröll aus dem Pangkadjenefluss. Grosser porphyroblastischer Granat mit dicht gelagerten kleinen, zentralen Einschlüssen von Erz und Piemontit. Piemontit in Prismen- und Basisschnitten. Hämatitkörner und Grundmasse aus Quarz und Sericit.

Schweiz. Min. Petr. Mitt.
Band XII. 1932

Fig. 1
Glaukophan-Sericit-Quarzit

Fig. 2
Piemontit-Sericit-Quarzit

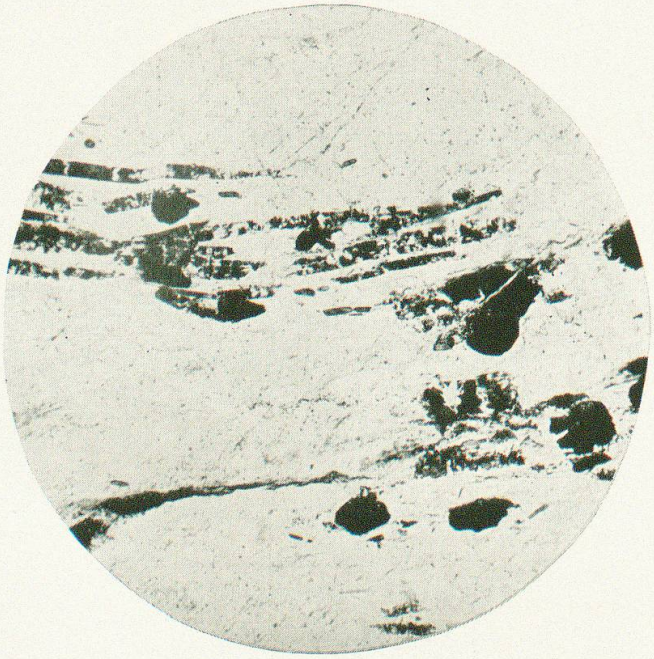


Fig. 3
Piemontit-Sericit-Quarzit

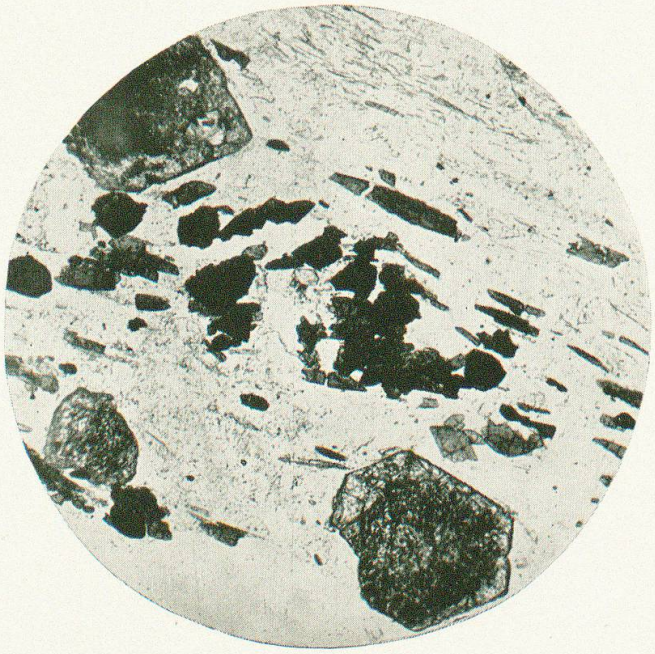
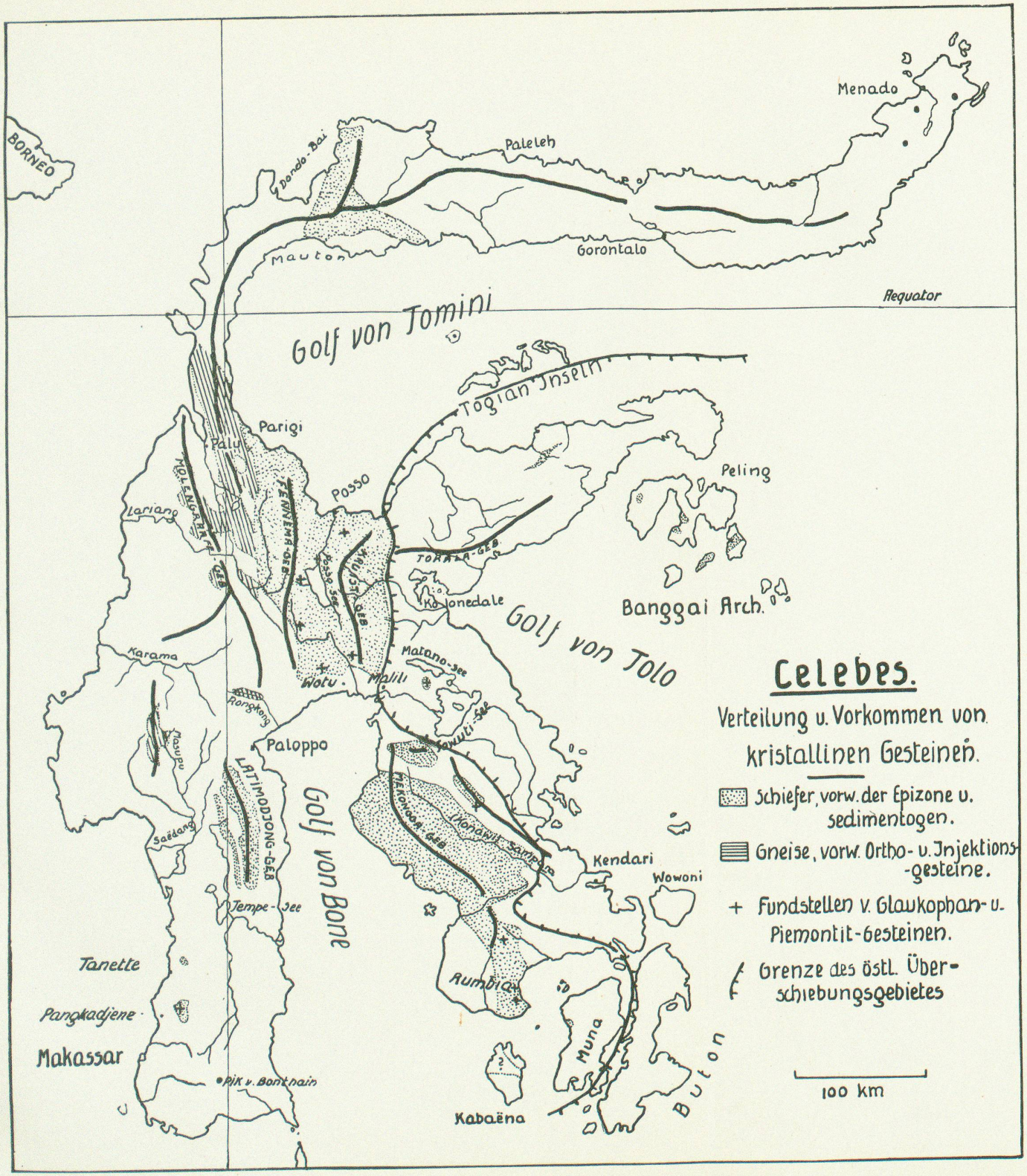


Fig. 4
Piemontit-Granat-Sericit-Quarzit

Leere Seite
Blank page
Page vide

Schweiz. Min. Petr. Mitt.
Band XII. 1932



Leere Seite
Blank page
Page vide